



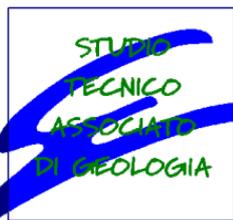
# COMUNE DI COCQUIO TREVISAGO

## PROVINCIA DI VARESE

### DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA A SUPPORTO DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

*L.R. 11 marzo 2005, n° 12 s.m.i.*

# RELAZIONE TECNICA



**Studio Tecnico Associato di Geologia**  
Via Dante Alighieri 27, 21045 Gazzada Schianno (VA)  
tel. 0332-464105  
fax. 0332-870234  
E\_mail: tecnico@gedageo.it

Dott. Geol. Roberto Carimati

Dott. Geol. Giovanni Zaro

luglio 2013

## INDICE

<b>INDICE</b> .....	<b>I</b>
<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO E ASPETTI METODOLOGICI</b> .....	<b>2</b>
<b>3. METODOLOGIA DI LAVORO</b> .....	<b>5</b>
3.1 ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE.....	5
3.2 ESAME BIBLIOGRAFICO .....	5
3.3 ANALISI FOTO – INTERPRETATIVA.....	6
3.4 RILIEVI DI SUPERFICIE.....	6
<b>4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b> .....	<b>8</b>
4.1 CARTOGRAFIA.....	8
<b>PARTE I – FASE DI ANALISI</b> .....	<b>10</b>
<b>5. ANALISI GEOLOGICA</b> .....	<b>10</b>
5.1 GENERALITA’ .....	10
5.2 DESCRIZIONE DELLE UNITA’ CARTOGRAFATE.....	12
5.3 CONSIDERAZIONI GENERALI.....	15
<b>6. ANALISI GEOMORFOLOGICA</b> .....	<b>17</b>
6.1 CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI.....	17
6.2 CENNI METODOLOGICI.....	18
6.3 DESCRIZIONE DEI PROCESSI CARTOGRAFATI.....	20
6.4 CONSIDERAZIONI GENERALI.....	27
<b>7. ANALISI IDROLOGICA, IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA</b> .....	<b>29</b>
7.1 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO.....	29
7.1.1 REGIME PLUVIOMETRICO .....	31
7.1.2 REGIME TERMICO.....	33
7.2 CENNI DI IDROGRAFIA.....	34
7.2.1 RETICOLO IDRICO PRINCIPALE.....	35
7.2.2 RETICOLO IDRICO MINORE.....	38
7.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE E CENSIMENTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE.....	39
7.4 PIEZOMETRIA.....	43
7.5 CARTA DI INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	44
7.5.1 METODOLOGIA PER LA STIMA DELLA PERMEABILITA’ .....	47
7.5.2 STIMA DELLA VULNERABILITA’.....	49
7.6 SEZIONE GEOLOGICA-IDROGEOLOGICA .....	51
7.7 BILANCIO IDRICO LOCALE .....	51
7.8 RETE IDRICA.....	55
7.8.1 DATI GENERALI OPERE DI PRESA DEL CAMPO “ONIZZE” .....	56
7.8.2 DATI GENERALI SORGENTI “INTELO” .....	59
7.8.3 DATI GENERALI OPERE DI PRESA DEL CAMPO “VIGANELLA” .....	59
7.9 CONSIDERAZIONI GENERALI.....	61
<b>8. ANALISI GEOLOGICO-TECNICA</b> .....	<b>63</b>
8.1 GENERALITA’.....	63

8.2	CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI .....	64
8.3	CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI .....	67
8.4	CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE: DESCRIZIONE DELLE UNITÀ LITOLOGICO TECNICHE .....	67
8.5	CONSIDERAZIONI GENERALI .....	73
<b>9.</b>	<b>ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – PRIMO LIVELLO .....</b>	<b>75</b>
9.1	GENERALITA' .....	75
9.2	PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E METODI DI APPROFONDIMENTO .....	76
9.3	APPROFONDIMENTO DI 1° LIVELLO – ZONAZIONE SISMICA PRELIMINARE .....	77
9.4	REDAZIONE DELLA CARTA DI ZONAZIONE SISMICA PRELIMINARE .....	78
9.5	DESCRIZIONE DEGLI SCENARI .....	80
9.6	EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE .....	83
9.7	INDICAZIONI SULLE MODALITA' DI APPROFONDIMENTO .....	86
9.7.1	IL 2° ED IL 3° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO .....	86
9.7.2	PROCEDURA SEMPLIFICATA DI 2° LIVELLO PER AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE: SCENARI Z4A, Z4C .....	87
9.7.3	PROCEDURA SEMPLIFICATA DI 2° LIVELLO PER AMPLIFICAZIONI MORFOLOGICHE: SCENARIO Z3A, Z3B .....	90
9.7.4	PROCEDURA APPROFONDATA DI 3° LIVELLO PER INSTABILITÀ: SCENARIO Z1-C .....	94
	<b>PARTE II – FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE .....</b>	<b>96</b>
<b>10.</b>	<b>CARTA DEI VINCOLI .....</b>	<b>96</b>
10.1	VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/1989 ..	96
10.2	VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA .....	96
10.3	AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE .....	98
10.4	ALTRI VINCOLI .....	100
<b>11.</b>	<b>CARTA DI SINTESI .....</b>	<b>101</b>
11.1	AREE CHE PRESENTANO CARATTERISTICHE GEOTECNICHE SCADENTI .....	101
11.2	FORME E PROCESSI E LEGATI ALLE ACQUE SUPERFICIALI .....	102
11.3	FORME E PROCESSI LEGATI ALLA GRAVITA' .....	103
11.4	FORME E PROCESSI LEGATI ALLE ACQUE SOTTERRANEE .....	103
<b>12.</b>	<b>PREVENZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>104</b>
12.1	ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GENERATA DA COLATE DI TERRENO E DA SCIVOLAMENTI CHE EVOLVONO IN COLATE .....	105
12.2	OPERE DI MITIGAZIONE .....	107
	<b>PARTE III – FASE DI PROPOSTA .....</b>	<b>110</b>
<b>13.</b>	<b>CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO .....</b>	<b>110</b>
13.1	INTRODUZIONE .....	110
13.2	CRITERI UTILIZZATI PER LA REDAZIONE DELLA CARTA .....	111
13.3	CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO .....	112
<b>14.</b>	<b>RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL GAS RADON .....</b>	<b>127</b>

## **ELENCO APPENDICI**

<b>APPENDICE A</b>	<i>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</i>
<b>APPENDICE B</b>	<i>SCHEDE REGIONALI POZZI E SORGENTI AD UTILIZZO IDROPOTABILE</i>
<b>APPENDICE C</b>	<i>STRATIGRAFIE POZZI PER ACQUA</i>
<b>APPENDICE D</b>	<i>SCHEDE INDAGINI GEOTECNICHE E RILIEVI GEOMECCANICI</i>

## **ELENCO ALLEGATI**

<b>ALLEGATO 1</b>	CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE (SCALA 1:10.000 SU CTR)
<b>ALLEGATO 2</b>	CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA (SCALA 1:5.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)
<b>ALLEGATO 3</b>	CARTA D'INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO (SCALA 1:5.000 SU CTR)
<b>ALLEGATO 3A</b>	SEZIONE GEOLOGICO-IDROGEOLOGICA A-A' (SCALA orizzontale 1:10.000/scala verticale 1:1.000)
<b>ALLEGATO 3B</b>	SEZIONE GEOLOGICO-IDROGEOLOGICA B-B' (SCALA orizzontale 1:10.000/scala verticale 1:1.000)
<b>ALLEGATO 4</b>	CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA (SCALA 1:5.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)
<b>ALLEGATO 5</b>	CARTA DI ZONAZIONE SISMICA PRELIMINARE (SCALA 1:5.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)
<b>ALLEGATO 6</b>	CARTA DEI VINCOLI (SCALA 1:5.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)
<b>ALLEGATO 7</b>	CARTA DI SINTESI (SCALA 1:5.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)
<b>ALLEGATO 8</b>	CARTA DELLA ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA (SCALA 1:5.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)
<b>ALLEGATO 9</b>	CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA – LEGENDA
<b>ALLEGATO 9A</b>	CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA (SCALA 1:5.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)
<b>ALLEGATO 9B-TAVOLA 1</b>	CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA (SCALA 1:2.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)
<b>ALLEGATO 9B-TAVOLA 2</b>	CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA (SCALA 1:2.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)

- ALLEGATO 9B-TAVOLA 3** CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA (SCALA 1:2.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)
- ALLEGATO 9B-TAVOLA 4** CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA (SCALA 1:2.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)
- ALLEGATO 9B-TAVOLA 5** CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA (SCALA 1:2.000 SU DATA-BASE TOPOGRAFICO COMUNALE)
- ALLEGATO 10** NORME GEOLOGICHE DI PIANO

## **1. PREMESSA**

A seguito dell'avviamento delle procedure per la redazione del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'art. 57 della L.R.12/2005 ss.mm.ii. l'Amministrazione Comunale di Cocquio-Trevisago (Provincia di Varese) ha incaricato lo Studio Tecnico Associato di Geologia di adeguare al nuovo data-base topografico lo studio geologico del territorio comunale redatto dagli scriventi nel giugno 2008.

In relazione all'acquisizione di nuovi elementi geologico-stratigrafici e alle modificazioni antropiche intervenute su alcune porzioni del territorio si è inoltre proceduto alla revisione e all'aggiornamento del materiale cartografico prodotto nei precedenti studi.

## 2. ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO E ASPETTI METODOLOGICI

Il presente studio è stato predisposto secondo gli indirizzi di cui alla D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 “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 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12”, pertanto risulterà strutturato come di seguito proposto:

- ❑ relazione tecnica illustrativa;
- ❑ norme geologiche di piano;
- ❑ allegati cartografici.

Il processo di acquisizione, elaborazione e restituzione dei dati si è basato su fasi successive di approfondimento fra loro concatenate ed in logica successione così schematizzabili:

### 1. Fase di analisi comprensiva di:

- ❑ **Ricerca storica e sintesi bibliografica** attraverso la raccolta ordinata e sistematica di tutta la documentazione esistente come passo obbligato e propedeutico a supporto delle successive elaborazioni, finalizzata ad acquisire una conoscenza il più approfondita possibile del territorio in esame, con particolare riferimento a fenomeni di dissesto o esondazione pregressi e ad alterazioni dello stato del territorio ancorché non più riconoscibili, nell’ottica della prevenzione e della previsione di nuovi scenari di rischio.
- ❑ **Compilazione della cartografia di inquadramento** tramite predisposizione di elaborati cartografici di inquadramento finalizzati alla caratterizzazione del territorio comunale dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico, strutturale e sismico, estesi a tutto il territorio comunale e, quando necessario, ad un significativo intorno tale da

comprendere anche aree in cui si possono verificare fenomeni che interferiscono con l'area in esame.

2. **Fase di approfondimento/integrazione** che, a partire dalla documentazione di cui alla fase precedente, costituisce il valore aggiunto operato dal professionista (attraverso esecuzione di campagne di rilevamento sul terreno) e che comprende anche l'analisi della sismicità del territorio.
3. **Fase di sintesi/valutazione** definita tramite la carta dei vincoli che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico, e la carta di sintesi che propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica.
4. **Fase di proposta** definita attraverso la redazione della carta di fattibilità geologica delle azioni di piano e delle norme geologiche di piano (NGP), prevede modalità standardizzate di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico; alle classi di fattibilità individuate vengono sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del PGT.

Si premette fin d'ora come **le informazioni o i dati deducibili dagli elaborati descrittivi o dalla cartografia allegata al presente documento** hanno puramente una funzione di supporto alla pianificazione urbanistica e territoriale e non possono essere considerati come esaustivi di problematiche geologico-tecniche specifiche; pertanto **non possono venire utilizzati per la soluzione di problemi progettuali a carattere puntuale e non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini di approfondimento o di quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni”**.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le diverse classi di fattibilità (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione

degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

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).

### **3. METODOLOGIA DI LAVORO**

In questo capitolo viene ripresa e descritta in modo più approfondito la sequenza delle attività di lavoro elencate sinteticamente nella sezione precedente.

#### **3.1 ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE**

E' stato effettuato uno screening preliminare di tutta la documentazione tecnica esistente relativa allo stato attuale delle conoscenze del territorio comunale di Cocquio Trevisago che ha rappresentato la base di tutto il lavoro successivo; in particolare sono stati utilizzati come elemento fondamentale gli studi geologici ed idraulici precedentemente realizzati sul territorio comunale.

#### **3.2 ESAME BIBLIOGRAFICO**

Si è proceduto ad una raccolta ordinata della bibliografia esistente comprendente:

- “*Studio geologico, idrogeologico e sismico a supporto del PGT*” (giugno 2008) redatto da Studio Tecnico Associato di Geologia (dr. geol. Roberto Carimati, dr. geol. Giovanni Zaro)
- relazioni tecniche eseguite da Società e/o Studi privati che hanno operato nell’ambito del territorio comunale;
- documentazione tecnica messa a disposizione dall’Ufficio Tecnico del Comune di Cocquio Trevisago;
- documentazione consultabile presso le strutture regionali e sul Portale dell’Informazione Territoriale della Regione Lombardia.

Il materiale raccolto ha permesso di individuare in via preliminare i principali lineamenti fisici del territorio e le sue fondamentali caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e geotecniche.

Si rimanda all'appendice A per l'elenco delle fonti bibliografiche consultate ai fini del presente studio.

### 3.3 ANALISI FOTO – INTERPRETATIVA

Si è ritenuto importante non trascurare l'esame di fotografie aeree (reperate presso la Regione con strisciate relative agli ultimi 15 anni circa) e delle ortofoto a colori consultabili in rete (Portale Cartografico Nazionale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Direzione Generale per la Difesa del Suolo) che hanno contribuito alla definizione delle caratteristiche morfologiche del territorio e alla definizione preliminare degli elementi antropici più significativi.

Gli elementi emersi, riportati specialmente sugli elaborati a carattere geologico-geomorfologico, hanno preceduto, ed in parte guidato, l'esecuzione dei rilievi a terra.

### 3.4 RILIEVI DI SUPERFICIE

In conformità a quanto previsto sono stati eseguiti rilevamenti in sito dell'area per un completamento dei dati raccolti nelle fasi preliminari.

In particolare questi rilevamenti sono consistiti in:

- verifica nel dettaglio delle caratteristiche geologiche e di facies dei terreni, sfruttando sia gli spaccati naturali (terrazzi morfologici, alvei fluviali, ...) che artificiali (scavi per la realizzazione di edifici, intagli stradali, ...); le informazioni raccolte sono poi state confrontate con tutto il materiale a tema raccolto (stratigrafie di scavi di saggio, sondaggi e pozzi idrici realizzati sia sul territorio comunale che in un intorno significativo nei territori dei comuni limitrofi);

- verifica dello sviluppo dei tipi e dei processi geomorfologici, con particolare attenzione a quelli che potenzialmente possono interagire negativamente con aree urbanizzate o suscettibili di futura espansione urbanistica, e loro distinzione in base sia alla causa

predisponente (gravità, acque correnti superficiali, ...) che allo stato di attività (attivi, quiescenti, inattivi e/o stabilizzati).

I processi e le forme riconosciuti sono stati riportati sugli elaborati cartografici, per quanto possibile, secondo i simboli grafici e colori attualmente riconosciuti e accettati.

#### **4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Cocquio Trevisago è situato in Provincia di Varese, a poco più di 15 Km a NW del capoluogo; è comune della Comunità Montana Valli del Verbano e del Parco Regionale Campo dei Fiori; da nord procedendo in senso orario confina con i comuni di Azzio, Orino, Cuvio, Gavirate, Bardello, Besozzo, Gemonio, tutti appartenenti alla provincia di Varese.

Il territorio comunale, allungato in direzioni E-W, sottende una superficie complessiva di circa 9,56 Km<sup>2</sup>, entro una fascia altimetrica compresa fra 226,0 m s.l.m. (fondovalle del Fiume Bardello) e 1.120,0 m s.l.m. (versante occidentale del Monte Campo dei Fiori).

Lo sviluppo urbano si è storicamente articolato per nuclei urbani distinti, interessando oltre al centro di Cocquio, quello delle frazioni di Sant'Andrea, Caldana, Cerro e Torre.

La morfologia del territorio è piuttosto articolata; la porzione settentrionale ed occidentale, coincidente con le propaggini occidentali del Monte Campo dei Fiori, presenta caratteri tipici dell'ambiente montano con versanti boscati localmente ad elevata acclività che digradano con regolarità fino al tracciato della S.P. n. 39, da cui inizia un'ampia fascia pedecollinare ad ampie ondulazioni, debolmente digradante verso W-SW, caratterizzata da prevalenti depositi di origine fluvioglaciale articolati in vari ordini di terrazzi che si raccordano progressivamente alla piana alluvionale del Fiume Bardello, caratterizzata a sua volta da estese aree prative, talora debolmente depresse, caratterizzate da depositi fini di origine glacio-lacustre e/o palustre.

##### **4.1 CARTOGRAFIA**

Per la redazione degli elaborati grafici allegati alla relazione si è fatto riferimento alla cartografia di seguito elencata:

- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 Foglio n. 31 "Varese";
- Foglio I.G.M.I. n. 31 "Varese" alla scala 1:100.000;

- Tavolette I.G.M.I. "Laveno Mombello" (foglio 31 IV SE) e "Gavirate" (foglio 31 I SO) alla scala 1:25.000;
- Sezioni A4b3 "Laveno Mombello", A4b4 "Besozzo", A4c3 "Casalzuigno" e A4c4 "Gavirate" della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000;
- Data-base topografico georeferenziato rispetto al sistema di coordinate UTM32-WGS84

## **PARTE I – FASE DI ANALISI**

### **5. ANALISI GEOLOGICA**

#### **5.1 GENERALITA'**

Dal punto di vista geologico-strutturale l'area di indagine ricade nel dominio delle Alpi Meridionali o Sudalpino e più precisamente nel settore indicato come Prealpi Lombarde occidentali di cui il massiccio del Monte Campo dei Fiori costituisce una delle ultime propaggini.

Il substrato roccioso è costituito da formazioni prevalentemente carbonatiche e calcareo-marnose immergenti mediamente verso SW con inclinazione fra 20-30° a costituire una regolare struttura monoclinale che rappresenta il fianco meridionale dell'anticlinale di Brinzio-Maroggia.

Esternamente al territorio comunale, verso SW, si incontrano i termini mesozoici più recenti del Selcifero Lombardo, della Maiolica e le successioni terrigene flyschoidi che fungono da raccordo alla sinclinale del Lago di Varese (figura 1).

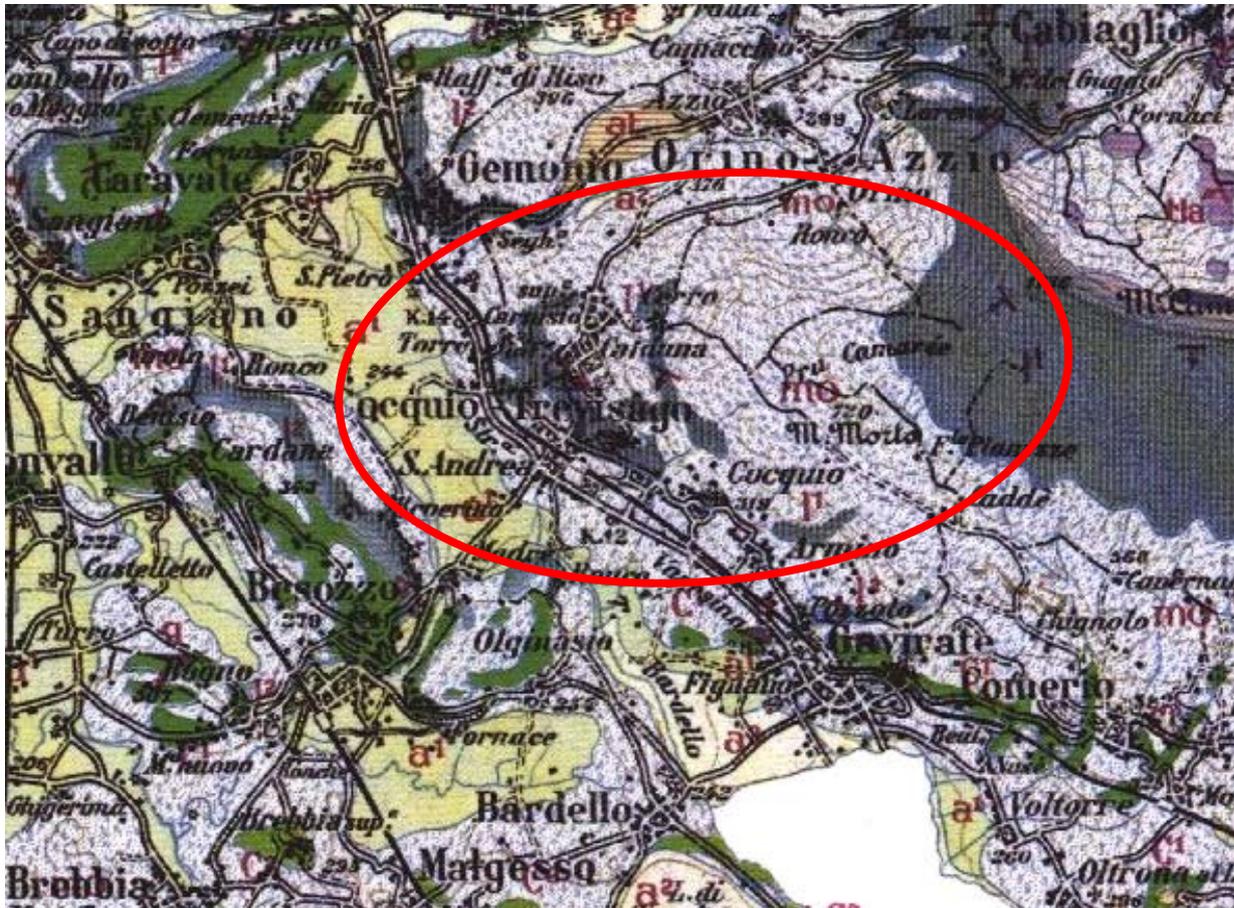


Figura 1 – estratto Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 Foglio n. 31 "Varese" (legenda formazioni: a<sup>2</sup>: alluvioni recenti; a<sup>1</sup>: alluvioni torbose e torbiere; a<sup>1</sup>: alluvioni terrazzate; mo: morenico Wurm; C<sup>2</sup>: puddinga calcarea; C<sup>1</sup>: Maiolica; g: Radiolariti; l<sup>2</sup>: Rosso Ammonitico Lombardo; l<sup>1</sup>: Domaro-Moltrasio; rh: Dolomia a Conchodon; tr: Dolomia del Campo dei Fiori; tn: Dolomia Principale; tla: Dolomia del San Salvatore)

In corrispondenza della zona a carattere più marcatamente collinare pedemontano collinare le formazioni del substrato roccioso sono ricoperte da spessori via via più rilevanti di depositi continentali quaternari di origine glaciale, fluvio-glaciale e glacio-lacustre delle propaggini più settentrionali dell'Anfiteatro morenico del Verbano (figura 2).

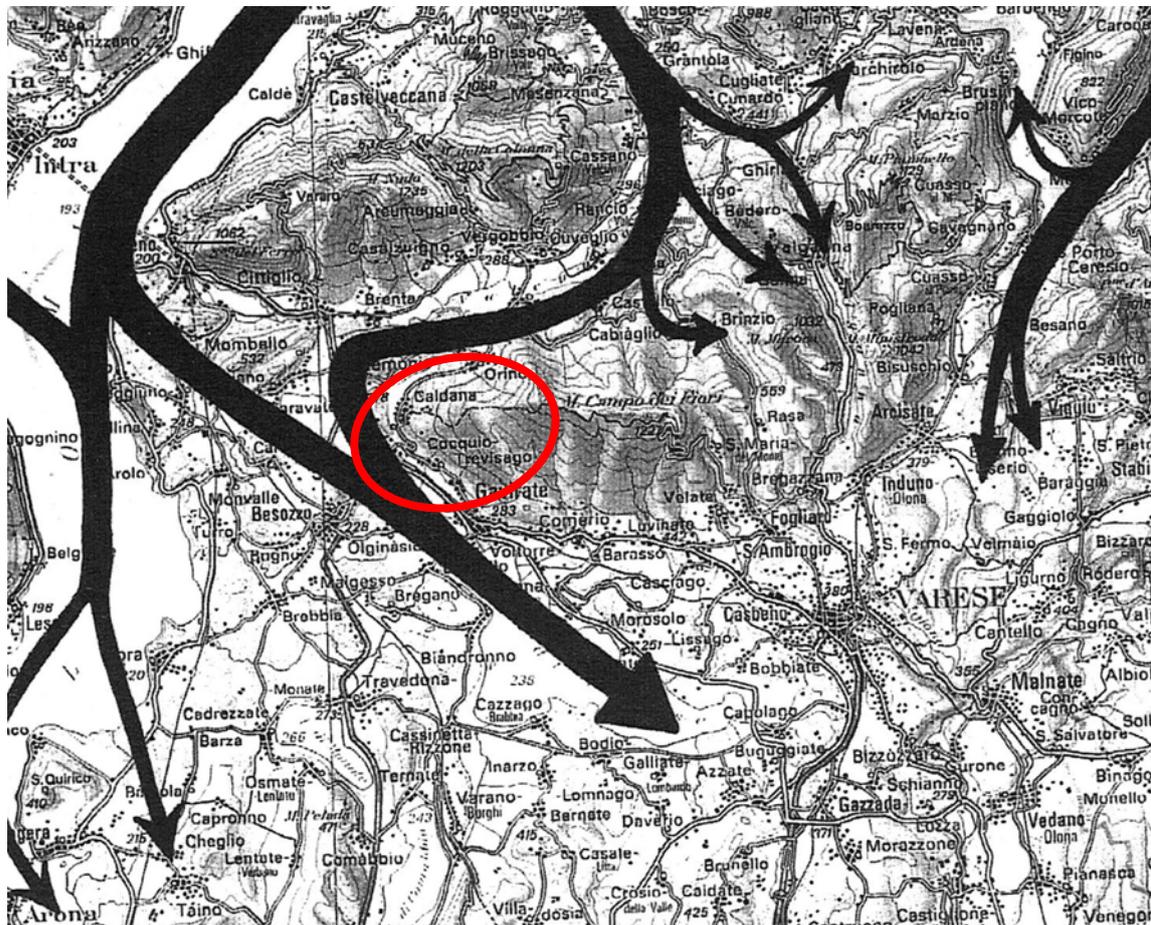


Figura 2 – estratto “Geologia Insubrica”

## 5.2 DESCRIZIONE DELLE UNITA' CARTOGRAFATE

In questo paragrafo vengono descritte le principali caratteristiche litologiche delle formazioni cartografate individuate in allegato 1 (Carta di inquadramento geologico alla scala 1:5.000 su Carta Tecnica Regionale), organizzate dalla più recente alla più antica.

### DEPOSITI DI COPERTURA PLIO-QUATERNARI

**DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI FINI (at):** terreni stratificati sottilmente a prevalente composizione argilloso-limosa con ciottoli sparsi e sporadici livelletti sabbiosi. Frequente

presenza di depositi torbosi recenti. Unità tipica delle aree palustri diffuse nelle zone più depresse del fondovalle del fiume Bardello.

**DEPOSITI FLUVIALI, FLUVIO-GLACIALI E LACUSTRI MEDIO-FINI (agl):** depositi eterogenei costituiti prevalentemente da sabbie sciolte con forte componente micacea e limi talvolta a laminazione obliqua; presenza di livelli o lenti ghiaioso-sabbiose e/o ciottolose; possibile occorrenza di intercalazioni torbose. Trattasi di unità eterogenea con repentine variazioni litologiche sia in senso orizzontale che in senso verticale, di origine prevalentemente alluvionale o fluvio-glaciale, morfologicamente espressa da terrazzi di vario ordine.

**DEPOSITI DETRITICI DI VERSANTE (dt):** depositi ghiaioso-sabbioso-ciottolosi con matrice fine limoso-argillosa scarsa o assente; sono sviluppati ai piedi delle principali pareti rocciose in evoluzione. L'unità è stata cartografata limitatamente ad alcune importanti plaghe sul versante meridionale del Monte Campo dei Fiori e nel territorio di Caravate.

**DEPOSITI FLUVIO-GLACIALI, MORENICI ED ELUVIALI (fgm):** sotto questa denominazione sono racchiusi depositi eterogenei costituiti da ciottoli, blocchi, ghiaie e sabbie in matrice limoso-sabbiosa; possibile occorrenza di intercalazioni limoso-argillose o sabbioso-ghiaiose. Corrisponde ai depositi glaciali wurmiani (morene) o fluvio-glaciali più recenti; sono compresi in questa unità anche i depositi eluvio-colluviali di copertura. Lo strato d'alterazione superficiale è a volte modificato dall'intervento antropico. Il passaggio fra la zona alterata e pedogenizzata ed il deposito "sano" è transizionale (avviene generalmente nel giro di 1-2 metri) ed è marcato dalla diminuzione percentuale del contenuto in argille-limose a contenuto organico.

#### FORMAZIONI DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

**CALCARE DI MOLTRASIO (GM) (Lias inferiore, Sinemuriano):** formazione bacinale geneticamente correlata al rifting giurassico, nella facies più tipica appare costituita da calcari da fini ad arenitici e calcari marnosi di colore da grigio scuro a nerastro, organizzati in strati piano paralleli di spessore variabile mediamente fra 10 - 30 cm, con liste e/o noduli centimetrici di selce nera talora abbondante; spesso sono frequenti interstrati di marne grigie o grigio-nerastre fogliettate di spessore da sub centimetrico fino a 1 pluricentimetrico.

Affiora estesamente lungo le pendici sud occidentali del Monte di Campo dei Fiori fino al crinale spartiacque, spesso ricoperta da depositi detritici o glaciali di spessore generalmente ridotto (substrato subaffiorante); si riconosce in affioramenti piuttosto ridotti anche all'intorno dei nuclei urbani, in genere circoscritti alle incisioni torrentizie più profonde o a spaccati artificiali.

**CALCARE DEL DOMARO (GD)** (*Lias, Domeriano*): calcari micritici da grigio chiari a verdastrì in strati decimetrici piano-paralleli, con interstrati marnosi di spessore generalmente centimetrico; presenza sporadica di noduli o livelletti di selce.

In limitati affioramenti alla periferia NE dell'abitato di Cocquio, concentrati prevalentemente in corrispondenza dell'incisione torrentizia che scende dal Monte della Rocca.

Poco esternamente al territorio comunale affiorano:

**FORMAZIONE DI VALMAGGIORE (GV)** (*Toarciano, Dogger medio*): successione sedimentaria di tipo "flyschoid" (sedimentazione legata a correnti di torbidità) costituita da un'irregolare alternanza di calcari e calcari marnosi grigiastri o nocciola a stratificazione variabile da sottile e media (spessore variabile fra 2-60 cm) o indistinta (strati amalgamati), e marne da grigie fino a nerastre fogliettate, spesso argillose, in livelli potenti da pochi cm o in pacchi fino a 30-40 cm o più.

Spesso i livelli carbonatici presentano struttura gradata e laminazioni millimetriche piano parallele; il rapporto calcare/marna è variabile con generale tendenza all'aumento verso l'alto della formazione; sporadica ed alquanto irregolare la presenza della selce, per lo più in noduli centimetrici, di colore grigio.

### **GRUPPO DEL SELCIFERO LOMBARDO**

Il termine, diffusamente impiegato nella letteratura geologica, sintetizza un carattere litologico fondamentale delle formazioni che lo costituiscono (Radiolariti e Rosso ad Aptici) cioè la presenza di selce dominante sulla componente carbonatica.

**RADIOLARITI (GR)** (Membro di Burligo, Pasquarè, 1965) (*Dogger, Calloviano-Kimmeridgiano*): selci policrome (generalmente rosso vinate, bruno rossastre o olivastre) a frattura scheggiata organizzate in strati centimetrici o decimetrici piano paralleli o ondulati, spesso con superfici di aspetto bernoccolato sovente separati da giunti millimetrici marnosi o

argillosi; sporadica la presenza di strati di marne, talora debolmente calcaree; lo spessore delle Radiolariti è piuttosto ridotto non superando generalmente i 25-30 metri.

**ROSSO AD APTICI (GA) (Malm, Kimmeridgiano):** marne, marne calcaree e calcari marnosi di colore rosso mattone o rosso vinato con screziature e venature reticolate verdastre o biancastre, in genere a stratificazione sottile o media (spessore degli strati variabile fra 5-40 cm); presenza occasionale di selce rosso bruna in lenti, liste o noduli; più rari i cromatismi olivastri, grigi o bruni; lo spessore massimo è intorno ai 20 metri.

**MAIOLICA (CM) (Malm, Titoniano-Barremiano):** calcilutiti compatte, di colore biancastro o avorio, a stratificazione da media a sottile fino a indistinta (strati amalgamati) e frattura concoide o scheggiosa; subordinatamente calcari debolmente marnosi e interstrati marnoso-argillosi; presenza di selce, talora abbondante, di colore da grigiastro fino a rosso vivo, in noduli centimetrici e/o liste di continuità laterale anche metrica, e di abbondanti giunti stilolitici (strutture simili alle “suture craniali” di origine tettonica legate a fenomeni di pressione-dissoluzione).

### 5.3 CONSIDERAZIONI GENERALI

Dall’esame dell’allegato 1 “Carta di inquadramento geologico” sintetizzata alla scala 1:5.000 su data-base topografico si possono estrapolare le seguenti considerazioni di carattere generale:

- in prima istanza ed in linea del tutto generale, dal punto di vista geologico il territorio comunale di Cocquio Trevisago è divisibile in due settori distinti: una zona terrazzata da subpianeggiante a debolmente ondulata, costituita da depositi sciolti attuali e recenti, di origine alluvionale-fluvio-glaciale e glacio-lacustre, compresa grosso modo fra il Fiume Bardello e la ex strada statale 394, e la zona montuosa del versante SW del Campo dei Fiori con prevalenti condizioni di substrato roccioso affiorante-subaffiorante con copertura di spessore variabile e discontinua di depositi incoerenti detritici o di origine glaciale s.l.;
- il substrato roccioso è riferibile a rocce sedimentarie carbonatiche di età giurassica (Calcere di Moltrasio e Domaro), stratificate, con giacitura regolare e monoclinale

- (direzione 210°-230° nord, inclinazione 20°-30°) espressione del fianco della vasta anticlinale di Brinzio-Maroggia;
- le coperture quaternarie sono costituite da depositi continentali in facies glaciale, fluvio-glaciale e glacio-lacustre riferibili all'Alloformazione di Cantù e all'Allogruppo di Besnate (Wurm-Riss p.p.);
  - i depositi più recenti riferibili all'unità post-glaciale si rinvengono sia nelle aree più depresse del fondovalle alluvionale del Fiume Bardello (prevalenti depositi medio-fini limosi o limoso-sabbiosi-argillosi) sia in corrispondenza delle aree di versante (falde di detrito alla base delle scarpate rocciose in evoluzione e plaghe eluvio-colluviali).

Per una più immediata comprensione dei rapporti fra le formazioni del substrato roccioso in allegato 1 è stato proposto uno schema dei rapporti stratigrafici.

## 6. ANALISI GEOMORFOLOGICA

Lo studio geomorfologico ha inteso riconoscere oltre alle forme proprie del paesaggio in esame, nei tratti originari e in quelli propri delle trasformazioni storiche cui è stato oggetto, anche i processi, attivi e inattivi, attraverso i quali i medesimi tipi morfologici si sono originati.

### 6.1 CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI

Dal punto di vista morfologico il territorio in esame è localizzato al margine meridionale dei rilievi prealpini; in linea generale e del tutto indicativa fisiograficamente è suddivisibile in tre fasce altimetriche:

- sistema dei rilievi, al quale si può attribuire il versante del Monte Campo dei Fiori della porzione settentrionale ed orientale del territorio comunale;
- sistema pedemontano dei terrazzi che comprende depositi glaciali e di contatto glaciale organizzati in sistemi di terrazzi subpianeggianti, molto articolati, che si sviluppano nella porzione occidentale e meridionale del territorio comunale;
- sistema del fondovalle della piana alluvionale attuale e recente del Fiume Bardello che costituisce il livello topografico “di base” del territorio in esame.

Il settore settentrionale ed orientale, coincidente con le propaggini occidentali del Monte Campo dei Fiori, presenta caratteri tipici dell’ambiente montano con versanti boscati ad elevata naturalità, localmente ad elevata acclività, con prevalenti condizioni di substrato poco profondo, spesso affiorante a costituire scarpate e/o pareti subverticali in evoluzione alla cui base sono spesso presenti falde di detrito più o meno continue.

L’inclinazione del versante è condizionata prevalentemente dalle condizioni di giacitura degli strati rocciosi, immergenti mediamente verso S e SW con angolo compreso per lo più fra

20-30°; i processi geomorfici sono controllati essenzialmente dalla gravità e, in misura minore, dalle acque superficiali.

Indicativamente a valle del tracciato della linea ferroviaria il paesaggio cambia radicalmente avendosi una netta prevalenza dei depositi continentali quaternari organizzati in una successione di terrazzi subpianeggianti che digradano progressivamente verso il fondovalle del Fiume Bardello e che si raccordano al settore montano mediante un'ampia fascia pedecollinare ad ampie ondulazioni; proprio il settore pedemontano-collinare e del fondovalle è stato sede dello sviluppo urbano che si è storicamente articolato per nuclei urbani distinti.

## 6.2 CENNI METODOLOGICI

La carta della dinamica geomorfologica (allegato 2) è stata redatta sulla base del rilevamento dell'intero territorio comunale esteso, ove necessario, alle aree ad esso adiacenti, sintetizzato su data-base topografico alla scala 1:5.000.

Per il riconoscimento e la classificazione delle forme e dei processi geomorfologici ci si è basati per quanto possibile sulla simbologia riportata in allegato 11 (rif. *“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”* ss.mm.ii.), come esplicitamente consigliato dalla normativa vigente, e su quella pubblicata con d.g.r. 6/40996 del 15 gennaio 1999 (*“Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo”* a cura di G. B. Pellegrini, A. Carton et al. – *Geografia fisica e dinamica quaternaria*, 1993).

Su questa base si sono censiti ed evidenziati tutte le forme e i processi geomorfologici, a prescindere dalle loro dimensioni e pericolosità, catalogati, questi ultimi, in base alla causa predisponente e allo stato di attività.

In particolare per quanto concerne i **fattori predisponenti** sono state individuate le categorie seguenti:

- a) forme, processi e depositi legati alla gravità,
- b) forme, processi e depositi legati alle acque correnti superficiali,
- c) forme, processi e depositi legati all'attività glaciale,
- d) forme dei processi antropici.

In base allo **stato di attività** (*Cruden & Varnes, 1994*) i processi morfologici sono invece stati distinti in:

- a) processo attivo, che presenta cioè uno o più stati di attività, rappresentato sulla cartografia con colore rosso,
- b) processo quiescente, se può essere riattivato dalle sue cause originarie, rappresentato sulla cartografia con colore blu,
- c) processo stabilizzato (o inattivo), che non è più influenzato dalle sue cause originarie o che è stato protetto dalle sue cause originarie da misure di stabilizzazione”) rappresentato sulla cartografia con colore verde;
- d) processo relitto, se inattivo e sviluppatosi in condizioni geomorfologiche e climatiche considerevolmente diverse dalle attuali, rappresentato sulla cartografia con colore verde.

Lo stato di attività di un fenomeno di dissesto fornisce informazioni relativamente al tempo in cui esso si è verificato, oltre ad una previsione del tipo di evoluzione, anche in senso temporale, dello stesso.

La terminologia adottata nella descrizione dello stato di attività fa riferimento a quanto contenuto nella “Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione” (*AMANTI et alii, 1996*) e nella “Guida alla compilazione della scheda frane IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia), Allegato 1 al Progetto IFFI” (*AMANTI et alii, 2001*), che si basano sulle raccomandazioni del *Glossario Internazionale delle Frane (WP/WLI 1993b)* nonché su quanto proposto da *CRUDEN & VARNES (1996)*.

Nella figura 3 di seguito proposta sono riportati gli stati di attività a cui occorre far riferimento, con le relative definizioni. “Lo stato di attività viene considerato come un elemento descrittivo fondamentale la cui valenza, almeno nel breve termine, è anche predittiva”.

<b>ATTIVO</b> ( <i>active</i> ): fenomeno attualmente in movimento o comunque che si è mosso l'ultima volta entro l'ultimo ciclo stagionale.	ATTIVO s.s.: fenomeno attualmente in movimento. SOSPELO ( <i>suspended</i> ): fenomeno che si è mosso entro l'ultimo ciclo stagionale ma che non si muove attualmente. RIATTIVATO ( <i>reactivated</i> ): fenomeno di nuovo attivo dopo essere stato inattivo.
<b>QUIESCENTE</b> ( <i>dormant</i> ): fenomeno che può essere riattivato dalle sue cause originali (ossia per il quale permangono le cause del movimento).	
<b>INATTIVO O STABILIZZATO</b> ( <i>stabilized</i> ): fenomeno che non può essere riattivato dalle sue cause originali.	NATURALMENTE STABILIZZATO ( <i>abandoned</i> ): fenomeno che non è più influenzato dalle sue cause originali (per il quale le cause del movimento sono state naturalmente rimosse). ARTIFICIALMENTE STABILIZZATO ( <i>artificially stabilized</i> ): fenomeno che è stato protetto dalle sue cause originali da misure di stabilizzazione. RELITTO ( <i>relict</i> ): fenomeno che si è sviluppato in condizioni geomorfologiche o climatiche considerevolmente diverse dalle attuali.

Figura 3: Stati di attività (tratta da AMANTI et al., 1996; parzialmente modificata).

Ne deriva che ogni forma o processo cartografato viene codificato da un simbolo grafico che ne definisce la tipologia e l'ubicazione e da un colore che ne specifica lo stato di attività.

Di seguito verranno prese in considerazione e sinteticamente descritte le singole voci della legenda della carta della dinamica geomorfologica proposta in allegato 2 alla scala 1:5.000 sintetizzata su data-base topografico.

### 6.3 DESCRIZIONE DEI PROCESSI CARTOGRAFATI

I tipi e i processi geomorfologici sono stati censiti e cartografati in base al fattore predisponente nelle differenti categorie di seguito elencate.

#### □ **Forme, processi e depositi gravitativi di versante**

Orlo di scarpata di degradazione e/o nicchia di frana: in questa voce si sono raggruppati tutti gli orli di versante soggetti ad arretramento per la degradazione del versante sotteso, spesso concomitanti con altri tipi di scarpate.

Sono aree a particolare situazione di rischio, soprattutto per l'oggettiva possibilità di smottamenti di materiale di varia entità; non sono segnalati fenomeni di dimensioni rilevanti anche se bisogna tener presente che in certe situazioni smottamenti di dimensioni limitate possono causare notevoli disagi. Un fenomeno di questa tipologia si è verificato in via Roma,

poco a E del municipio, dove un orlo di degradazione in evoluzione ha coinvolto un muro di contenimento esistente causandone il parziale collasso verso la sede stradale sottostante.

Aree a franosità diffusa: trattasi di porzioni circoscritte del territorio comunale (impluvi a N del rilievo del Monte Morto e al confine con Gavirate lungo il versante del Monte Campo dei Fiori) caratterizzate dalla presenza di fenomeni franosi attivi (per lo più in forma di scivolamenti a carattere superficiale della copertura).

Piccolo fenomeno franoso non fedelmente cartografabile: sotto questa dizione sono compresi tutti i dissesti riscontrati, di qualunque natura, che, alle scale degli elaborati non risulta conveniente cartografare in modo più dettagliato, principalmente per le loro dimensioni ridotte. Sono rappresentati in questo gruppo soprattutto dissesti rinvenuti lungo le aste fluviali dei torrenti e legati all'azione erosiva di sponda e di fondo delle acque, soprattutto in periodi di piena. Lungo l'alveo del fiume Bardello e dei suoi affluenti non è infrequente osservare piccole frane di colamento per imbibizione ed azione delle acque sui terreni, a prevalente composizione sabbioso-limosa. Altri fenomeni di questo tipo si trovano lungo scarpate o terrazzi di varia natura, anche artificiali.

#### **□ Forme e processi per acque correnti superficiali**

Tratto di alveo o vallecola con tendenza all'approfondimento: tale voce comprende tutte quelle situazioni (tratti di alveo o impluvi minori) in cui l'azione erosiva delle acque correnti (anche occasionalmente o saltuariamente) risulta prevalente rispetto all'attività deposizionale, situazione tipica delle aste torrentizie di versante lontane dal raggiungimento del profilo di equilibrio.

A causa della progressiva incisione l'alveo o la vallecola tende ad assumere un caratteristico profilo a "V"; in corrispondenza degli alvei a fondo piatto e piuttosto ampi, tali processi si manifestano come solchi di differente profondità e larghezza che re incidono il normale piano di scorrimento delle acque.

Trattandosi per lo più di aste idriche a carattere stagionale, o comunque temporanee, gli episodi di approfondimento, cui è associato trasporto solido sul fondo e/o in sospensione, si

verificano in genere in concomitanza con precipitazioni intense e/o prolungate o rovesci a carattere temporalesco.

Essendo una tipologia di fenomeno largamente diffusa per ragioni di scala grafica e di leggibilità dell'elaborato si è ritenuto opportuno cartografare solo le situazioni in cui il fenomeno risulta particolarmente evidente o quelle in cui il fenomeno può interagire, direttamente o indirettamente, con strutture antropiche.

I processi suddetti appaiono particolarmente manifesti soprattutto lungo le aste che solcano i versanti maggiormente acclivi, spesso favoriti dalla presenza di scarichi civili; le situazioni di criticità per interferenza negativa con le strutture antropiche (abitazioni o sedi stradali) sono per lo più legate alla potenziale insufficienza idraulica dei recapiti delle acque che, in occasione di fenomeni temporaleschi violenti e in relazione all'elevato trasporto solido (favorito dalla presenza di materiali incoerenti e dalla pendenza significativa dell'alveo), può portare alla parziale o completa ostruzione della sezione utile di deflusso (spesso anche per assenza di manutenzione ordinaria dei manufatti di recapito).

Aree a possibile ristagno idrico e/o drenaggio difficoltoso; aree paludose: corrispondono a porzioni di territorio caratterizzate da sedimenti che si trovano in condizioni prossime alla saturazione, con terreno allo stato semisolido per presenza di acque in genere stagnanti o quasi (deflusso molto lento), il cui livello è soggetto a rapide e forti variazioni in funzione delle condizioni di piovosità, cosicché aree più o meno vaste si presentano alternativamente emerse o sommerse.

Se alla scarsa conducibilità dei terreni è associata una morfologia debolmente depressa (es. aree prative a N della località Cerro ed in alcune porzioni di antichi bacini intermorenici) i fenomeni di ristagno possono assumere carattere permanente con formazione di piccoli specchi d'acqua ed aree umide o paludose.

Aree a bassa soggiacenza delle acque subsuperficiali e/o con drenaggio difficoltoso potenzialmente soggette a ristagno d'acqua o ad allagamento: trattasi di aree in genere debolmente depresse che tendono a concentrare le acque meteoriche e caratterizzate da fenomeni di ristagno (a volte solo temporanei) per le difficoltà di drenaggio anche in relazione alla presenza locale di litologia poco permeabili e/o di falde acquifere a medio/bassa soggiacenza.

Spesso, in occasione di piogge prolungate, la presenza di falde locali prossime a piano campagna (“*bassa soggiacenza*”) determina la risalita della stessa fino a piano campagna determinando temporanei fenomeni di allagamento delle aree.

Questa tipologia di fenomeno geomorfologico legato alle acque subsuperficiali è stato segnalato in particolare nel settore meridionale (zona di confluenza fra il fiume Bardello ed i suoi affluenti), dove questo fenomeno è concomitante con alcune depressioni palustri e zone umide, che una volta, prima di secolari interventi di bonifica, molto più estese su tutto il fondovalle del territorio (loc. Medù - la Palude). In queste situazioni, le acque subsuperficiali si riferiscono a piccole falde sospese sostenute da orizzonti limoso-argillosi prossimi alla superficie.

Zona depressa soggetta ad alluvionamenti periodici ed a confluenza delle acque superficiali: si tratta di aree che per particolari conformazioni della topografia circostante si trovano in depressione e sono quindi soggette a subire alluvionamenti periodici da parte dei corsi d’acqua esistenti e/o la confluenza di acque superficiali lungo elementi strutturali quali strade asfaltate, condotti fognari, etc. Tali zone sono inoltre maggiormente vulnerabili rispetto ad altre qualora, in caso di esondazione dai corsi d’acqua, l’onda di piena oltrepassi i rispettivi sbarramenti naturali e/o artificiali. Le zone a maggior rischio sono quelle nel fondovalle del Bardello, alla confluenza fra due diversi affluenti e nei punti di incanalamento e/o di tombinatura dei corsi d’acqua. In particolare sono storicamente segnalate come aree esondabili la zona compresa fra loc. Laghetti ed il Bardello e la zona a monte del Riale Morbia, nella zona più depressa di loc. Medù. Locali punti d’insufficienza idraulica possono essere presenti anche per l’interferenza con alcuni attraversamenti.

Deflussi idrici preferenziali e solchi di erosione concentrata: morfologie associate dell’azione erosiva concentrata e localizzata da parte delle acque di scorrimento superficiale lungo direzioni preferenziali, in genere non corrispondenti a impluvi veri e propri, su versanti particolarmente ripidi o in corrispondenza di alcune vie preferenziali di deflusso, come sentieri boschivi o strade carrarecce. Tale azione determina l’asportazione di sedimenti nei periodi di piena ed il rideposito a valle o in corrispondenza di ostacoli alla circolazione delle acque come anse, tronchi, contropendenze, manufatti antropici, etc.

Queste forme sono particolarmente sviluppate lungo alcuni versanti del territorio comunale e la conseguenza più evidente è la formazione di piccoli impluvi particolarmente incisi. Frequentemente non si riesce ad individuare una vera e propria terminazione del solco (spesso tali incisioni terminano bruscamente all'intersezione con un sentiero o altre percorrenze o tendono ad esaurirsi progressivamente man mano che diminuisce l'acclività del pendio).

Essendo una tipologia di fenomeno piuttosto diffusa per ragioni di scala grafica si è ritenuto opportuno cartografare solo le forme maggiormente evidenti.

#### □ **Elementi idrografici**

Per una descrizione maggiormente dettagliata dei caratteri idrografici del territorio comunale si rimanda ai contenuti dei successivi paragrafi § 7.2.1, 7.2.2

#### □ **Forme dei processi glaciali**

Cordone morenico: trattasi di forme inattive che testimoniano l'evoluzione geologica e geomorfologica subita dal territorio in epoche remote; i rilievi morenici si configurano all'oggi come dossi e rilievi collinari dalle forme piuttosto arrotondate, allungati con assi fra loro subparalleli secondo una direzione preferenziale NE–SW edificati nel corso delle differenti pulsazioni del ghiacciaio Verbano.

In particolare ogni cresta morenica corrisponde ad un'avanzata glaciale, essa cioè è generata dal ghiacciaio in avanzamento e rilasciata al ritiro; le dimensioni dei suddetti corpi e la loro distribuzione sul terreno dipendono perciò strettamente dalle condizioni di alimentazione del ghiacciaio e dalla forma del substrato: in condizioni di sovralimentazione (massima espansione) il ghiacciaio possiede uno spessore maggiore risentendo solo della presenza dei dossi più accentuati del substrato e quindi può espandersi maggiormente.

Le morene hanno andamento semicircolare, sono piuttosto grandi e ben distanziate e tendono a rappresentare una singola fase di avanzata invece di essere formate per accrezione di più morene.

In condizioni di alimentazione minore il fronte della lingua glaciale è più irregolare e lo spessore più ridotto, così che il ghiacciaio risente maggiormente delle irregolarità del substrato su cui avanza; ne derivano morene con andamento molto articolato, generalmente piccole e

ravvicinate, poiché il ghiacciaio in questa fase evolutiva subisce frequenti pulsazioni di modesta entità.

Nell'ambito del territorio comunale gli allineamenti di cordoni morenici maggiormente evidenti e significativi si individuano in corrispondenza delle località Boriè, Casa Pincagno e Carnisio Inferiore, unitamente ad altre evidenze seppur meno significative e distribuite irregolarmente lungo le porzioni di versante a quote maggiori sotto forma di modesti rilievi rispetto alle superfici circostanti con forme più o meno allungate ed arcuate.

Tra allineamenti morenici adiacenti e/o intercalati ad alti strutturali del substrato roccioso è possibile la formazione di aree a morfologia penepianeggiante corrispondenti ad altrettanti bacini palustri/lacustri intermorenici.

Orli di terrazzo di origine fluvio-glaciale e rotture di pendenza: si riconoscono in quanto delineano nette variazioni di pendenza della topografia spesso relative a variazioni litologiche o a diverse fasi di avanzata e ritiro dei ghiacciai (terrazzi fluvio-glaciali); sono stati individuati prevalentemente nelle zone di raccordo tra aree pianeggianti e versanti e, limitatamente in alcuni punti delle zone più elevate, associati alla presenza di insediamenti rurali.

La natura di queste forme è spesso discontinua, interrotta dall'intervento antropico o da intagli morfologici legati all'erosione.

Di particolare importanza sono gli orli di terrazzo che separano la parte maggiormente in rilievo (Caldana, Carnisio, Boriè) dal centro abitato di Cocquio Trevisago, delimitando scarpate da mediamente acclivi ad acclivi con dislivelli complessivi fino a oltre 50 m.

#### **□ Forme dei processi antropici**

Oltre alle forme legate ai processi "naturali" si è ritenuto opportuno evidenziare anche quelle indotte dal modellamento antropico in modo da rendere immediato il riconoscimento delle opere, dei manufatti e degli interventi in generale che nel corso degli anni hanno modificato e spesso obliterato l'assetto morfologico originario del territorio in esame.

A tale scopo si sono messi in evidenza i seguenti elementi:

### Rilevati ed aree di rimaneggiamento antropico

Trattasi di opere in terra finalizzate per lo più alla realizzazione di infrastrutture viabilistiche (strade e ferrovie) realizzate impiegando materiali di risulta quali terre di sbancamento o inerti di cava, e come tali aventi caratteristiche meccaniche variabili in relazione alla tipologia dell'intervento eseguito.

“Forme” di questo tipo sono localmente riconoscibili nella porzione meridionale subpianeggiante del territorio comunale, lungo tratti della S.P. 1 o linea ferroviaria F.N.M. Varese-Laveno in rilievo morfologico rispetto al piano campagna dalle aree adiacenti.

Oltre ai rilevati stradali e ferroviari si possono individuare, variamente distribuiti sul territorio comunale, interventi di rimaneggiamento sotto forma di colmatazioni per il recupero di spazi aggiuntivi in corrispondenza di aree depresse.

### Aree interessate da attività estrattiva dismessa

Corrispondono a settori in cui l'attività antropica ha obliterato le originarie caratteristiche del paesaggio, il cui riconoscimento è stato spesso possibile solo dal confronto fra differenti basi cartografiche (foto aeree, cartografia I.G.M. e Carta Tecnica Regionale); si segnalano una ex cava di calcare a monte di via Monte Rosa ed una ex cava di argilla a NE di località Beverino.

Trattasi spesso di aree in parte recuperate mediante conferimento di materiali inerti, spesso eterogenei con caratteristiche geotecniche estremamente variabili.

Per tali zone si ritiene prioritario impedire un completo abbandono e degrado, prevedendo una progressiva attività di recupero soprattutto dei fronti e delle aree circostanti finalizzata al ripristino di condizioni di equilibrio geomorfologico e di stabilità complessiva.

Rotture di pendenza di origine antropica: per ragioni di opportunità grafica in allegato 2 sono stati raggruppati sotto la medesima simbologia diversi elementi quali terrazzamenti agricoli, cigli di scarpate artificiali e muri a secco.

I terrazzamenti antropici individuano interventi di sagomatura dei versanti collinari mediante realizzazione di vari ordini di gradoni artificiali allo scopo di stabilizzare i terreni (espressione di un passato loro utilizzo a scopo agricolo); spesso, tuttavia, l'abbandono dell'attività e la mancanza di manutenzione ordinaria hanno determinato il degrado di tali aree e

la colonizzazione da parte di vegetazione come testimoniato, ad esempio, dalla presenza di terrazzamenti all'interno di aree attualmente boscate.

Per quanto concerne i cigli di scarpate artificiali individuano sia gli orli di scarpate generate a seguito di sbancamenti o scavi, sia conseguenti ad interventi di rimodellamento del territorio mediante realizzazione di rilevati.

Analogamente sono stati cartografati anche i muri in pietrame a secco in quanto elementi con funzione di sostegno e di contenimento al piede di versanti o di sbancamenti.

Interventi di regimazione idraulica: sono stati individuati e cartografati gli interventi più significativi lungo i corsi d'acqua e le relative sponde finalizzati al consolidamento delle stesse e alla regimazione della corrente; in particolare sono stati indicati con differente simbologia i presidi longitudinali realizzati a mezzo di muri in cls, scogliere in massi ciclopici e i tratti di alveo rivestiti.

#### 6.4 CONSIDERAZIONI GENERALI

Gli eventi geomorfologici più importanti sono ovviamente quelli attualmente in evoluzione o quelli che prevedibilmente, anche a causa dell'intervento antropico, possono subire una evoluzione

In realtà il territorio di Cocquio Trevisago, relativamente alle porzioni attualmente edificate, non presenta situazioni di particolare gravità idrogeologica e di particolare rilevanza areale, essendo piuttosto interessato da numerosi eventi circoscritti o possibilità di dissesti puntuali.

I fenomeni arealmente più diffusi ed importanti sono localizzati all'interno o nelle vicinanze degli alvei fluviali e/o torrentizi e sono legati alla naturale evoluzione idrogeologica degli stessi con generalizzati fenomeni di arretramento delle scarpate in erosione, approfondimento dell'alveo, esondazioni, piccoli smottamenti, ecc.

Di particolare interesse sono i fenomeni lungo il corso del fiume Bardello, per la loro entità, ma anche lungo il Riale di Cocquio, perché interessano porzioni in prossimità di zone abitate.

Da segnalare anche l'evoluzione dell'alveo del torrente Viganella, soprattutto alle quote più elevate, dove si registrano franamenti ed arretramenti delle scarpate fluviale.

Altri fenomeni sono legati soprattutto all'evoluzione dei terrazzi geomorfologici esistenti ed a piccoli soliflussi e smottamenti nella coltre di copertura soprattutto in zone ad elevata pendenza e/o a debole copertura e/o ad intensa circolazione idrica; si tratta di fenomeni diffusi, soprattutto per motivi antropici.

Il territorio di Cocquio Trevisago, in particolare nel suo settore montuoso, si trova quindi nella tipica situazione di un equilibrio abbastanza generalizzato che però deve essere rispettato, evitando indiscriminati intagli nei versanti, stravolgimenti della circolazione idrica subsuperficiale, eccessivi movimenti di terre soprattutto per costruire terrapieni artificiali, l'abbandono o, peggio, la distruzione indiscriminata, dei terrazzamenti artificiali costruiti nei tempi passati dall'uomo con il duplice scopo di utilizzazione agricola e di preservazione della copertura da dilavamenti e movimenti.

Pertanto ogni eventuale azione in questo senso, se indispensabile, va attentamente valutata, anche con studi puntuali e specifici.

Le aree in questo senso più "vulnerabili" verranno riprese ed evidenziate all'interno dello studio di fattibilità di piano riportato nell'allegato 9.

## **7. ANALISI IDROLOGICA, IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA**

### **7.1 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO**

In prima approssimazione per l'area prealpina entro cui si inserisce il territorio comunale si può parlare di clima temperato continentale le cui caratteristiche generali possono essere così riassunte:

- inverni generalmente rigidi, con nebbie frequenti ed elevata umidità specie nelle zone con reticolati idrografici particolarmente sviluppati;
- estati calde e spesso afose con precipitazioni frequentemente a carattere temporalesco;
- piogge mediamente comprese fra 1.300-1.400 mm/anno, concentrate soprattutto in primavera ed autunno e con minimo assoluto nel corso della stagione invernale;
- escursione media annua intorno a 20° C o di poco superiore.

A scala regionale per la definizione del regime pluviometrico si fa riferimento alla figura 4 stralciata da “*Carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino lombardo (registrate nel periodo 1891–1990)*” redatta dal Servizio Geologico Regionale–Ufficio Rischi Geologici della Regione Lombardia.

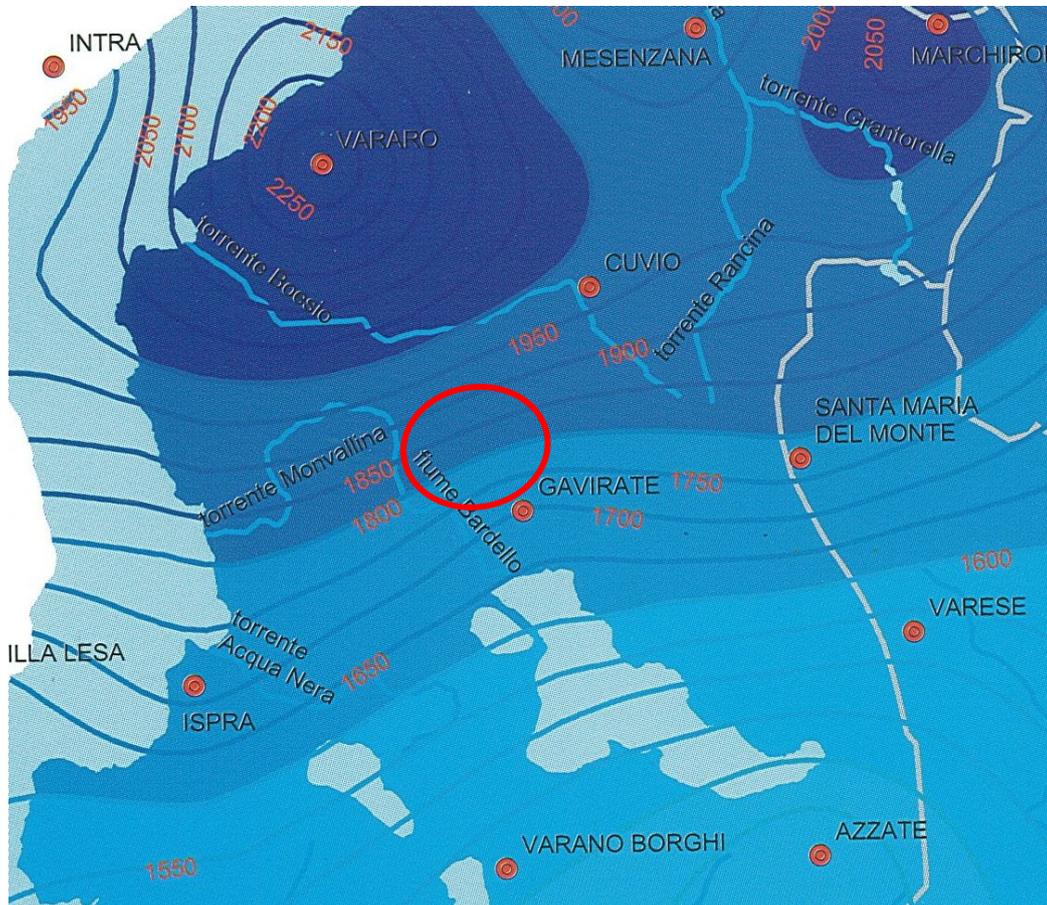


Figura 4 – Estratto da “Carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino lombardo (registrate nel periodo 1891–1990)” (Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio ed Edilizia Residenziale – a cura di M. Ceriani e M. Carelli con la collaborazione di U. Agnelli, N. Bondio, S. Colombo, S. Lauzi, M. Martelli)

Di seguito vengono espone alcune sintetiche considerazioni circa le caratteristiche del regime termico e pluviometrico locale che è possibile definire facendo riferimento alle stazioni di rilevamento distribuite nelle vicinanze dell’area di studio ed elencate nella tabella 1.

<i>stazione</i>	<i>Ente gestore</i>	<i>quota (m s.l.m.)</i>	<i>periodo di osservazione</i>	<i>strumentazione</i>
Campo dei Fiori	CENTRO GEOFISICO PREALPINO	1226	1964-2008	Pluviometro – anemometro - termometro
STAZIONE CUVIO	AUTORITA' BACINO FIUME PO	304	1960-1995	Pluviometro – termometro
STAZIONE 'MASCIONI' - CUVIO	CENTRO GEOFISICO PREALPINO	275	1999-2008	Pluviometro – anemometro - termometro
VARESE (via A. del Sarto, 3)	CENTRO GEOFISICO PREALPINO	410	1967-2008	Pluviometro – anemometro - termometro
LEGGIUNO SANTA CATERINA DEL SASSO	CENTRO GEOFISICO PREALPINO	191/264	1998-2008	Pluviometro – anemometro - termometro

*Tabella 1 - Dati riassuntivi stazioni meteo-climatiche*

### 7.1.1 REGIME PLUVIOMETRICO

Per la definizione del regime pluviometrico locale si è fatto riferimento ai valori relativi alla stazione pluviometrica di Cuvio (quota 304 metri s.l.m.) dell'Ufficio Idrografico del Po per il periodo 1960-1995 integrati con i dati del Centro Geofisico Prealpino (1.226 metri s.l.m.) per il periodo 1996-2001.

Dai dati relativi alle serie storiche delle precipitazioni si osserva come queste risultino concentrate in primavera e in autunno (con i massimi generalmente distribuiti fra i mesi di ottobre e novembre), mentre i valori più bassi si registrano nella stagione invernale e in quella estiva.

Considerando i periodi di tempo sopra riportati si sono registrati valori di precipitazione totale annua variabili tra i 1.206 mm del 1985 ed i 3.056,5 del 1960, con una media annua generale di 1.865,5 mm.

Dai dati riportati in tabella 2 di seguito proposta risulta che in questo periodo il mese più piovoso in assoluto è stato il mese di ottobre del 1976 (818,2 mm), mentre i più asciutti fra i mesi controllati sono stati i mesi di gennaio del 1968-83-89-2000, di febbraio del 1981, di luglio del 1984, di settembre 1978, di novembre del 1981 ed il mese di dicembre del 1987 (praticamente nulli).



Comune di Cocquio Trevisago (VA)

Luglio 2013

ANNO	DIC	GEN	FEB	INVERNO	MAR	APR	MAG	PRIMAVERA	GIU	LUG	AGO	ESTATE	SET	OTT	NOV	AUTUNNO	ANNO
1960	153.0	150.5	88.0	130.5	202.0	101.0	199.0	167.3	314.0	265.0	258.0	279.0	491.0	522.0	313.0	442.0	3056.5
1961	136.0	117.5	29.0	94.2	0.2	321.5	180.5	167.4	180.6	130.7	55.4	122.2	33.2	197.3	327.2	185.9	1709.1
1962	39.4	41.8	57.7	46.3	43.0	234.4	183.0	153.5	66.8	42.1	139.9	82.9	28.1	59.2	282.1	123.1	1217.5
1963	20.2	48.4	38.6	35.7	112.9	251.8	251.4	205.4	355.4	222.2	130.4	236.0	369.0	183.4	421.2	324.5	2404.9
1964	61.8	37.8	48.8	49.5	186.0	190.4	85.4	153.9	161.8	61.8	118.4	114.0	18.0	177.4	88.1	94.5	1235.7
1965	62.4	76.8	12.0	50.4	134.2	55.0	131.4	106.9	107.0	92.2	186.0	128.4	556.5	35.4	56.0	216.0	1504.9
1966	13.4	16.0	370.5	133.3	1.0	247.4	170.5	139.6	87.8	379.4	237.6	234.9	158.0	508.8	312.3	326.4	2502.7
1967	41.6	1.4	54.2	32.4	107.8	53.8	228.6	130.1	18.8	301.2	100.6	140.2	211.4	106.2	238.8	185.5	1464.4
1968	1.0	0.0	77.0	26.0	17.4	147.2	410.2	191.6	229.0	118.0	275.6	207.5	295.8	97.8	507.2	300.3	2176.2
1969	14.4	91.6	47.8	51.3	92.4	60.4	296.2	149.7	248.2	146.0	174.4	189.5	306.0	7.0	198.8	170.6	1683.2
1970	7.4	112.6	9.2	43.1	67.4	104.4	75.0	82.3	176.8	41.6	307.4	175.3	151.4	173.4	215.6	180.1	1442.2
1971	65.2	74.0	31.8	57.0	29.2	264.1	407.2	233.5	167.8	68.2	139.2	125.1	10.2	1.4	230.6	80.7	1488.9
1972	43.0	50.8	317.4	137.1	274.0	154.0	136.0	188.0	218.0	74.4	93.4	128.6	398.8	127.4	7.4	177.9	1894.6
1973	167.2	72.2	2.2	80.5	3.2	61.2	181.4	81.9	222.6	295.0	95.4	204.3	81.4	154.0	5.4	80.3	1341.2
1974	279.2	102.0	293.0	224.7	140.6	186.2	97.8	141.5	180.4	42.2	178.2	133.6	76.8	73.6	159.4	103.3	1809.4
1975	2.4	175.4	69.2	82.3	260.2	213.2	449.0	307.5	282.2	38.5	119.8	146.8	356.0	158.6	312.2	275.6	2436.7
1976	38.4	25.0	14.4	25.9	22.2	149.0	104.5	91.9	33.2	133.4	278.8	148.5	534.4	818.2	638.6	663.7	2790.1
1977	43.0	125.2	149.4	105.9	439.6	401.5	483.2	441.4	286.4	452.2	602.4	447.0	117.0	232.0	98.0	149.0	3429.9
1978	27.8	208.0	326.2	187.3	134.6	355.2	482.8	324.2	345.6	144.0	218.4	236.0	0.0	152.2	41.0	64.4	2435.8
1979	168.8	98.4	164.6	143.9	483.6	212.2	152.0	282.6	125.0	209.6	319.0	217.9	113.0	410.0	111.2	211.4	2567.4
1980	105.0	77.0	90.0	90.7	389.0	107.0	154.0	216.7	122.0	75.0	144.0	113.7	65.0	687.0	107.0	286.3	2122.0
1981	156.0	4.0	0.0	53.3	242.0	186.0	263.0	230.3	141.0	285.0	53.0	159.7	392.0	269.0	0.0	220.3	1991.0
1982	85.0	53.0	62.0	66.7	105.0	71.0	90.0	88.7	227.0	290.0	522.0	346.3	294.0	483.0	472.0	416.3	2754.0
1983	86.0	0.0	16.0	34.0	274.0	572.0	643.0	496.3	163.0	62.0	100.0	108.3	214.0	91.0	25.0	110.0	2246.0
1984	118.0	48.0	87.0	84.3	170.0	112.0	625.0	302.3	173.0	0.0	287.0	153.3	282.0	84.0	157.0	174.3	2143.0
1985	111.0	116.0	10.0	79.0	249.0	49.0	329.0	209.0	83.0	50.0	136.0	89.7	33.0	22.0	18.0	24.3	1206.0
1986																	
1987	0.0	49.0	160.0	69.7	32.0	173.0	137.0	114.0	309.0	292.0	200.0	267.0	53.0	384.0	134.0	190.3	1923.0
1988	47.0	198.2	39.4	94.9	43.6	135.0	276.0	151.5	150.0	120.0	140.0	136.7	50.2	355.6	7.8	137.9	1562.8
1989	72.8	0.0	198.0	90.3	36.0	599.0	138.0	257.7	146.0	112.0	226.0	161.3	64.0	11.0	90.0	55.0	1692.8
1990	122.0	51.0	15.0	62.7	12.0	190.0	99.0	100.3	156.0	19.0	107.0	94.0	73.0	369.0	111.0	184.3	1324.0
1991	96.0	51.0	10.0	52.3	308.0	57.0	126.0	163.7	102.0	14.0	70.0	62.0	244.0	215.0	83.0	180.7	1376.0
1992	4.0	70.0	20.0	31.3	81.0	185.0	115.0	127.0	280.0	134.0	102.0	172.0	239.0	230.0	25.0	164.7	1485.0
1993																	
1994																	
1995	50.0	65.0	27.6	47.5	5.0	194.6	258.1	152.6	222.4	46.0	118.6	129.0	627.4	87.4	142.2	285.7	1844.3
1996	111.4			37.1									56.2	214.4	252.8	174.5	634.8
1997	186.0	90.0	1.2	92.4	0.2	79.0	80.0	53.1	303.6	65.8	167.4	178.9	10.4	41.8	256.8	103.0	1282.2
1998	34.2	62.4	48.8	48.5	6.8	323.2	137.4	155.8	193.4	163.8	126.0	161.1	164.6	221.8	6.4	130.9	1488.8
1999	51.0	94.4	0.6	48.7	142.0	93.6	143.4	126.3	253.6	56.6	140.6	150.3	155.2	251.6	124.4	177.1	1507.0
2000	102.0	0.0	13.2	38.4	99.6	316.0	152.0	189.2	108.2	259.4	124.8	164.1	211.8	453.2	447.4	370.8	2287.6
2001			108.8	36.3	239.6	42.4	116.6	132.9	109.4	138.4	320.6	189.5	88.2	113.6	14.8	72.2	1292.4
<b>MEDIA MESE</b>	76.9	71.7	81.8	76.8	136.5	190.8	226.0	184.4	185.5	143.2	187.2	172.0	195.5	225.1	180.5	200.4	
<b>MEDIA STAG.</b>				74.2				184.4				172.0				200.4	
<b>MEDIA ANNO</b>																	1865.5

Nella figura 5 viene riportato graficamente l'andamento delle precipitazioni annue relative alla serie storica analizzata.

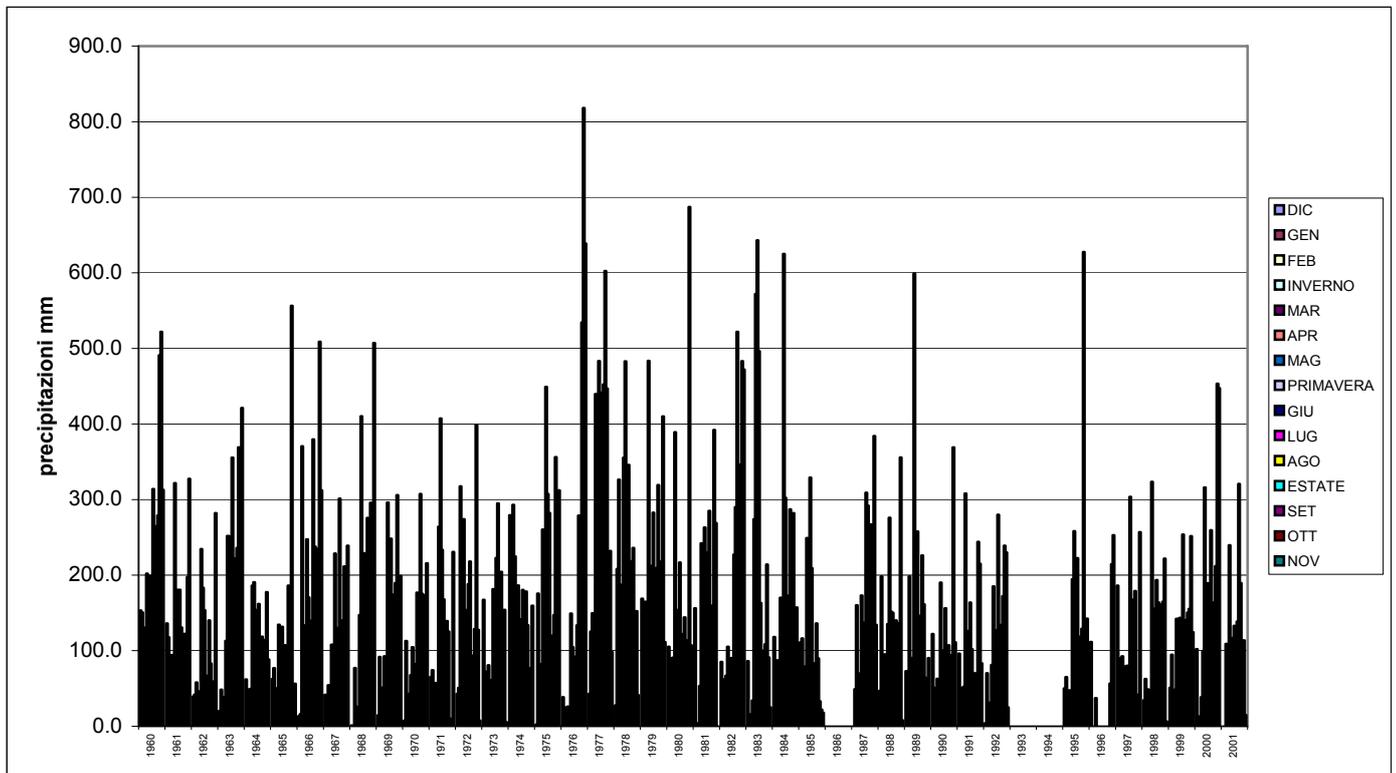


Figura 5 – Precipitazioni medie mensili e stagionali relative alla serie storica 1960-2001 (stazioni meteorologiche di Cuvio e Varese)

### 7.1.2 REGIME TERMICO

Per quanto concerne il regime termico le temperature medie mensili (su una serie storica comprendente gli ultimi 33 anni) variano tra i minimi di 2,8 gradi in gennaio, fino a poco meno di 23 gradi nel mese di luglio, con una media annuale della temperatura di poco più di 12 °C.

La temperatura minima storica nel periodo esaminato è stata registrata nel gennaio 1985 con - 12,5 °C, mentre è del luglio 1911 la massima storica con 37, 5 °C.

Sulla base della elaborazione dei dati di temperatura corrispondenti allo stesso intervallo di tempo usato per le precipitazioni, si è potuto calcolare la possibile perdita di acqua meteorica ad opera dei fenomeni di evaporazione e traspirazione del manto vegetale (evapotraspirazione), mediante la formula di L. Turc (1954):

$$E=P/[0,9+(P^2/L^2)]^{1/2}$$

P: precipitazione annua in mm

$$L= 300+25T+0,05T$$

T: temperatura media annua in gradi centigradi

Senza entrare nel merito del calcolo, facendo riferimento ai dati di bibliografia, si nota come il valore di evapotraspirazione varia fra percentuali dal 30 al 55 %: tali valori indicano come una discreta porzione degli apporti meteorici riesca effettivamente ad infiltrarsi nel sottosuolo, tale da favorire un generale elevato assorbimento delle precipitazioni stesse.

Data l'acclività del territorio mediamente piuttosto elevata si ritiene che la rimanente porzione di apporti meteorici che non riesce a penetrare nel terreno vada a originare fenomeni di ruscellamento superficiale e di erosione al fondo degli impluvi maggiori.

## 7.2 CENNI DI IDROGRAFIA

La rete idrografica che insiste sul territorio comunale è relativamente semplice e si sviluppa secondo un reticolato di tipo sub-dendritico di basso ordine tributario in sponda destra del fiume Bardello, il corso d'acqua di gran lunga più importante che scorre con un andamento meandriforme e direzione media SE-NW, o direttamente del Lago di Varese o del Lago Maggiore (Torrente Viganella).

Ad esclusione del Fiume Bardello la maggior parte dei corsi d'acqua che insistono sul territorio comunale sono in fase di ringiovanimento, con regimi stagionali fortemente variabili e con alveo in evoluzione relativamente profondo.

I corsi d'acqua che incidono il versante del Monte Campo dei Fiori, in relazione all'acclività piuttosto elevata dei versanti, sottendono bacini idrografici di dimensioni ridotte (alcuni Km<sup>2</sup>) e presentano in generale alvei a forte pendenza ed elevate capacità di trasporto solido, sia di fondo che in sospensione.

Questi corsi d'acqua sono coinvolti da piene improvvise conseguenti a rovesci di origine temporalesca generalmente brevi ed intensi, tipici della zona pedemontana varesina, intervallati a lunghi periodi di scarsità o assenza di acqua.

Nell'area collinare gli eventi di piena presentano in generale un minore impatto sul territorio dato che i corsi d'acqua presentano una pendenza più ridotta associata a capacità erosive e di trasporto sensibilmente inferiori rispetto ai tratti montani.

Oltre ai corsi d'acqua a carattere naturale, soprattutto nella porzione sud occidentale del territorio comunale, si individua una rete costituita da modeste rogge, canali, fossi e scoline, a volte rettificati, privi di flusso idrico per buona parte dell'anno o con flussi estremamente ridotti e comunque controllati.

### 7.2.1 RETICOLO IDRICO PRINCIPALE

Relativamente al territorio comunale di Cocquio Trevisago ai sensi della D.g.r. 25 ottobre 2012 - n. IX/4287 'Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica' gli elementi classificati come Reticolo Idrico Principale sono di seguito elencati:

<i>num. progr.</i>	<i>denominazione</i>	<i>foce o sbocco</i>	<i>tratto classificato come principale</i>	<i>n. iscrizione El. AA.PP.</i>
VA030	Torrente Monvallina o Rio La Valle o Roggia Viganella	L. Maggiore	dallo sbocco alla confluenza del Rio di Mezzo ponte S.P. 39	183/C
VA032	Fiume Bardello	L. Maggiore	tutto il suo corso (è l'emissario del lago di Varese)	187/C
VA033	Riale di Cocquio o Rio Arianna o Torrente Voltorre	F. Bardello	dallo sbocco alla S.P. 39	189/C

#### Caratteristiche generali Fiume Bardello

Il Fiume Bardello nasce come emissario del Lago di Varese, presso il comune di Bardello, a 238 m s.l.m.; sfocia nel Lago Maggiore in località Bosco Grande (quota 193,0 m s.l.m.), sul confine tra i comuni di Brebbia e di Monvalle, dopo un percorso sinuoso di lunghezza pari a 12,1 km durante il quale raccoglie le acque di un modesto numero di affluenti minori.

L'andamento delle portate medie mensili calcolate sui dati relativi al pluriennio 1978-95 mostra un regime idrologico tipicamente pluviale, con due periodi di morbida, a maggio (principale) e ad ottobre (secondario), e due periodi di magra, in agosto (principale) e dicembre (secondario).

Attraversa una valle antropizzata subendo lungo tutto il suo percorso numerosi impatti dovuti a scarichi civili, industriali e agricoli cui si aggiungono, a tratti, interventi di sistemazione idraulica (briglie, canalizzazioni, argini rinforzati) e di derivazione idrica.

La pendenza dell'alveo è debole e le variazioni della sezione sono gradualità; l'immissione delle acque del lago nel Fiume Bardello è regolata da un sistema di otto paratoie mobili che, in caso di innalzamento eccessivo del livello del lago, vengono aperte lasciando defluire l'acqua in eccesso.

#### Caratteristiche generali Torrente Viganella

Il torrente Viganella nasce in comune di Orino, sul versante nord-est del Campo dei Fiori, ove nasce con la denominazione di Rio di Mezzo a circa 680 m s.l.m. e definisce lungo parte del suo corso il confine sud tra Gemonio e Cocquio Trevisago.

E' tributario diretto del Lago Maggiore dove sfocia in Comune di Monvalle con la denominazione di Monvallina, a quota 239 m s.l.m. dopo un percorso di poco inferiore a 13 km. Sottende un bacino imbrifero di poco inferiore 5,5 Km<sup>2</sup> con pendenza media del 32% (18°).

Da un punto di vista idraulico–morfologico, il corso d'acqua può essere diviso in due tratti.

Il tratto medio-alto è impostato in una valle a “V” e presenta le caratteristiche tipiche di un ambiente torrentizio, con pendenza dell'alveo moderata, fondo roccioso coperto da ciottoli e ghiaia e flusso perenne fortemente dipendente dal regime delle precipitazioni meteoriche.

Nel tratto di fondovalle il torrente assume invece un andamento meandriforme; la velocità della corrente si riduce ed anche la granulometria dei depositi in alveo, la cui larghezza media aumenta sensibilmente, raggiungendo i 7,5 m.

I dati relativi alle portate medie mensili mostrano un regime idrologico tipicamente pluviale, con due periodi di magra, uno principale ad agosto ed uno secondario a gennaio, e due periodi di morbida, quello principale a maggio e quello secondario a ottobre; la portata media annua risultante dalle misure effettuate nel periodo 1978-91 è di 0,56 mc/s.

In figura 6 si riporta la curva ipsografica del bacino.

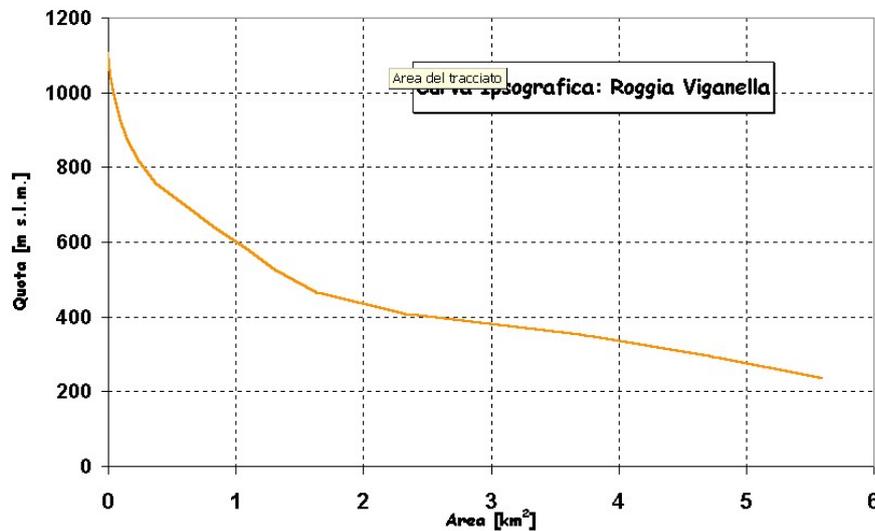


Figura 6- Curva ipsografica bacino Roggia Viganella

#### Caratteristiche generali Riale di Cocquio

Tributario di destra idrografica del Fiume Bardello nel quale sfocia in località Cascina Laghetti (quota 238 m s.l.m.), raccoglie le acque di parte del versante SW del Campo dei Fiori, a partire dalla piana di Caldana, e del Monte della Rocca; ha carattere collinare e torrentizio.

Sottende un bacino imbrifero di superficie di poco inferiore a 3,5 Km<sup>2</sup> con pendenza media del 20,58% (12°); la curva ipsografica del bacino è riportata in figura 7

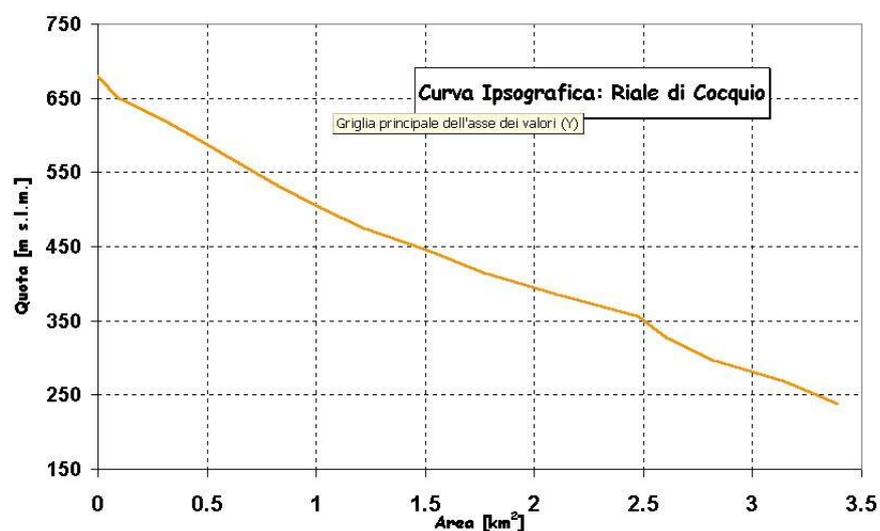


Figura 7- Curva ipsografica bacino Riale di Cocquio

## 7.2.2 RETICOLO IDRICO MINORE

La Comunità Montana Valli del Verbano ha avviato lo studio teso alla determinazione del Reticolo Idrico Minore che insiste sul territorio di competenza in ottemperanza alla D.G.R. del 25 gennaio 2002 n. 7/7868 ss.ms.ii. (rif. “*Determinazione del reticolo idrico minore*” – A.T.P. Dott. Ing. Antonino Bai, Dott. Geol. Roberto Carimati e Dott. Geol. Giovanni Zaro, integrazioni vs 01 novembre 2010).

Di seguito si riporta una descrizione sintetica delle caratteristiche principali dei corsi d’acqua computati quali elementi del Reticolo Idrico Minore (proposta subordinata ad espressione di parere di conformità da parte dell’Autorità competente).

### Torrente n. 30 – Roggia La Meurbia

Affluente del Fiume Bardello dove sfocia in Località Madree (Comune di Besozzo) in prossimità della cartiera, a quota 233,0 m s.l.m.; raccoglie le acque che confluiscono nella piana tra Besozzo e Gemonio ed ha carattere pianeggiante almeno per quanto riguarda la porzione che insiste sul confine. Non presenta tratti tombinati; per circa 145 m del suo percorso scorre in fregio ad abitazioni private.

Non si rilevano particolari criticità lungo l’alveo, salvo possibili limitate esondazioni in corrispondenza delle aree golenali.

### Torrente n. 33 – Valle San Carlo

Affluente del Torrente Valle di Pozzolo, ha origine sul versante sud del Campo dei Fiori a quota 520,0 m s.l.m. dove raccoglie le acque di parte del versante; presenta carattere torrentizio e montano con regime di portata fortemente dipendente dalle precipitazioni meteoriche.

Il tratto finale del corso d’acqua fino all’immissione nella Valle del Pozzolo, all’interno del Centro abitato di Gavirate, risulta tombinato.

### Torrente n. 34 – Valle di Pozzolo

Affluente diretto del Lago di Varese dove sfocia in prossimità del Lungolago di Gavirate (quota 240,0 m s.l.m.), ha origine sulle pendici sud del Monte Campo dei Fiori, in loc. Prà Camaree a quota 1.000,0 m s.l.m.

Raccoglie le acque di parte del versante Sud del Campo dei Fiori, ed ha carattere torrentizio e montano.

Nel centro abitato di Gavirate (esternamente all'area di indagine) tutti i rami che definiscono il reticolo sono tombinati.

Ritorna a giorno a sud della pista ciclabile.

### 7.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE E CENSIMENTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE

Dal punto di vista idrogeologico il territorio comunale si colloca alla transizione fra il settore montano e quello pedemontano-collinare.

Il primo (appartenente all'Idrostruttura Campo dei Fiori) è caratterizzato da prevalenti condizioni di substrato roccioso pre-pliocenico affiorante-subaffiorante, con struttura idrogeologica composta da acquiferi in roccia permeabile per fessurazione e carsismo, con caratteristiche proprie di circolazione idrica profonda e restituzione in superficie attraverso sorgenti naturali.

Le risorse idriche sotterranee sono immagazzinate principalmente negli acquiferi carbonatici ed in quelli alluvionali di fondovalle, a geometria nastriforme.

Il settore pedemontano è invece caratterizzato da morfologie controllate sia dalla geometria del substrato roccioso affiorante o subaffiorante modellato in dossi più o meno estesi, sia dai depositi continentali di copertura (glaciali s.l. e fluvioglaciali plio-quadernari sotto forma di cordoni morenici, pianalti, pianie fluvioglaciali); ne deriva una struttura idrogeologica caratterizzata da acquiferi in terreni porosi di limitata estensione areale e ridotta potenzialità, normalmente captate da pozzi.

L'acquedotto comunale è alimentato da pozzi e da sorgenti secondo l'elenco di seguito fornito:

- **Sorgenti "Onizze"**: comprende tre sorgenti (n. 1.1, 1.2, 1.3), un pozzo scavato nel 1991 per conto dell'Amministrazione Comunale e un secondo pozzo perforato come piezometro di controllo;
- **Sorgenti "Intelto"**, comprendenti due sorgenti (n. 3.1, 3.2);
- **Sorgenti "Viganella"** (n. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 e 2.6) lungo il Torrente Viganella;
- **Pozzo "Viganella"** lungo il Torrente Viganella;

- **Pozzo di via Marconi** (ex-Mascioni) (cod. provinciale **12007023,000**) in territorio comunale di Azzio.

Sul territorio comunale di Cocquio Trevisago sono inoltre censiti altri 9 pozzi ad uso non idropotabile (di cui uno chiuso):

- Pozzo n. 21.1 (cod. prov.le 12007021,010) A.P.G. S.p.A., via Dante 17;
- Pozzo n. 21.2 (cod. prov.le 12007021,020) A.P.G. S.p.A., via Dante 17;
- Pozzo n. 22 (cod. prov.le 12007022,000) Ospizio Sacra Famiglia, via per Armino;
- Pozzo n. 23 (cod. prov.le 12007023,000) Rhonda, via Mulini loc. S. Andrea;
- Pozzo n. 24 (cod. prov.le 12007024,000) Pastorino Pietro S.p.A., via Milano 90;
- Pozzo n. 25 (cod. prov.le 12007025,000) Gazzotti Franco, via Crosa 14 loc. Caldana;
- Pozzo n. 26 (cod. prov.le 12007026,000) L.A.B. s.r.l., via Mulini 24/a;
- Pozzo n. 27 (cod. prov.le 12007027,000) Mantovani Luciano (chiuso);
- Pozzo n. 28 (cod. prov.le 12007028,000) Gandini Agostino, Strada Sottocastello.

Relativamente alle acque sotterranee in prima approssimazione il territorio di Cocquio-Trevisago può essere scomposto in due domini con caratteri fisiografici e idrogeologici profondamente differenziati.

Circa il 60% dell'intera superficie comunale presenta infatti un carattere marcatamente "montano" con estese porzioni caratterizzate da condizioni di affioramento del substrato roccioso mesozoico di natura essenzialmente carbonatica e subordinatamente calcareo-marnosa.

La struttura idrogeologica (Idrostruttura Campo dei Fiori) è quindi riconducibile ad acquiferi in roccia a permeabilità secondaria variabile per fessurazione/fratturazione e carsismo, con circolazione idrica ipogea e restituzione superficiale sotto forma di sorgenti naturali.

La permeabilità, e di riflesso la circolazione idrica, è elevata in corrispondenza dei complessi carbonatici (Calcare di Moltrasio eq. Complesso Carbonatico Intermedio), bassa o molto bassa in corrispondenza dei complessi marnosi (Domaro e Formazione di Valmaggione eq. Complesso Marnoso Intermedio), che esercitano un ruolo idrostrutturale di "impermeabile" a contrasto dell'acquifero principale, determinando la formazione di soglie che condizionano la circolazione idrica profonda nel complesso carbonatico a tetto e contribuendo a determinare la posizione e le caratteristiche delle principali sorgenti.

Indicativamente oltre gli 800-850 m il substrato roccioso è in larga parte affiorante o con coperture detritico-moreniche assenti o di spessore irrilevante (zona di alimentazione); al di sotto di tale limite prevalgono invece condizioni di substrato a bassa/moderata profondità con copertura morenica più continua, pur con spessore variabile, potenzialmente sede di piccole falde a carattere locale, che limita da un lato l'infiltrazione nel sottosuolo e tende inoltre ad ostacolare la fuoriuscita delle acque carsiche determinando la formazione di "sorgenti carsiche sepolte".

Le precipitazioni efficaci o gli apporti derivanti dallo scioglimento della coltre nevosa si spostano dapprima seguendo globalmente la geometria della stratificazione (immersione S-SW e inclinazione 20-30°) poi, più in profondità attraverso la zona non satura (o zona vadosa), con percorsi prevalentemente verticali.

Generalmente nella porzione corticale (epicarso) la roccia è caratterizzata da una intensa fratturazione (i cui fattori genetici sono legati essenzialmente alla decompressione dell'ammasso ed ai processi di gelificazione e termoclastismo) che si riduce progressivamente dopo i primi metri e il cui ruolo primario è quello di garantire un rapido assorbimento delle acque meteoriche e di trasferirle in profondità.

L'ammasso roccioso immediatamente sottostante costituisce la zona di trasferimento, compresa tra la zona di infiltrazione e la regione satura; essendo la superficie coperta da depositi glaciali, l'infiltrazione diretta è assente.

La circolazione idrica è saltuaria, in funzione degli apporti atmosferici e caratterizzata da un deflusso che avviene generalmente lungo percorsi verticali o a baionetta, impostati lungo fratture e fessure ancora poco carsificate; in assenza di apporti diretti dalla superficie le pareti delle cavità sono ricoperte da sottili veli d'acqua mentre in seguito ad apporti infiltrativi si instaura una circolazione più o meno abbondante.

Nella zona satura, costituita dal volume di roccia permanentemente invaso dalle acque, le acque, in pressione, si spostano con direzioni prevalentemente sub-orizzontali verso le aree di emergenza; vi si possono individuare sia collettori principali (condotti carsici maggiori ed interessati da un flusso continuo diretto verso le sorgenti con funzione di vie di drenaggio) sia una capillare rete di discontinuità e condotti minori più o meno estesi che rappresentano invece la parte più rilevante del sistema con funzione di serbatoi che ospitano importanti riserve idriche e che, in assenza di apporti diretti, alimentano i collettori principali.

Lo svuotamento del sistema è in genere lento a causa delle perdite di carico cui sono soggetti (restringimenti di sezione, riempimenti di depositi a permeabilità ridotta); nei periodi con notevoli apporti essi si saturano raggiungendo livelli più elevati rispetto a quello dei collettori e al cessare dell'infiltrazione cedono lentamente i volumi accumulati garantendo al sistema un certo flusso anche dopo periodi piuttosto lunghi in assenza di precipitazioni.

Tale settore costituisce non solamente una importante zona di ricarica per gli acquiferi del fondovalle e dell'area pedemontana (possibile travaso dall'idrostruttura carsica a quella di fondovalle) ma alimenta anche sistemi sorgentizi di versante in parte captati ad uso idropotabile per integrare i prelievi da pozzo (sia sostenendo la falda contenuta nelle coltri moreniche e nei depositi incoerenti di versante sia alimentando la stessa, anche se in misura difficilmente quantificabile, attraverso le acque circolanti e contenute nella porzione superficiale alterata e fratturata del substrato roccioso).

Trattandosi di una struttura in netto rilievo morfologico rispetto alle aree circostanti è verosimile pensare che l'alimentazione dell'idrostruttura sia legata essenzialmente all'infiltrazione diffusa (o primaria) degli apporti meteorici e può essere immediata, quando è legata alle precipitazioni piovose, o ritardata se connessa allo scioglimento del manto nevoso; la velocità con cui il fenomeno si esplica risulta ovviamente variabile, e superiore nelle zone di roccia affiorante rispetto a quelle che presentano copertura di vario tipo, che tendono a rallentare l'infiltrazione efficace.

Il settore pedemontano appare invece caratterizzato da una successione di depositi fluvioglaciali/glacio lacustri terrazzati (Complesso Glaciale) e di raccordo fra la base del versante ed il fondovalle del Fiume Bardello (Complesso dei depositi alluvionali); escludendo le porzioni prive di falde idriche significative per l'abbondanza di depositi argilloso-limosi il settore pedemontano è sede di falda libera (localmente debolmente confinata), con ogni probabilità drenata dal Fiume Bardello.

Trattasi di falde contenute entro depositi sabbioso-ghiaiosi poggianti su argille e limi glaciolacustri di colmatazione delle depressioni del substrato roccioso o sostenute direttamente dal substrato poco permeabile (Formazione di Valmaggione) il cui spessore utile è generalmente valutabile fra 5-8 m a potenzialità da moderata a scarsa (<5 l/sec).

#### 7.4 PIEZOMETRIA

L'andamento della superficie piezometrica del primo acquifero e le direzioni di flusso delle acque sotterranee sono fortemente condizionati sia dalla morfologia della porzione collinare, contraddistinta da formazioni che per caratteristiche litologiche proprie sono poco permeabili (depositi glaciali s.l. poggianti su substrato roccioso) sia dalla morfologia sotterranea, dominata dalla presenza di vari alti strutturali del substrato stesso e delle paleovalli costituenti antichi scaricatori glaciali provenienti dai versanti.

L'elaborazione della superficie piezometrica del primo acquifero evidenzia una falda debolmente divergente con direzione media prevalente da NE verso SW e quote comprese fra 280 m s.l.m. del settore pedemontano all'altezza dei primi affioramenti del substrato roccioso a 240 m s.l.m. nel settore della piana alluvionale del Fiume Bardello indicative di soggiacenza moderata compresa fra 2-10 m p.c.; in corrispondenza del settore prossimo all'asta del Fiume Bardello si possono verificare localmente condizioni di falda subaffiorante.

Per la costruzione delle linee isopiezometriche ci si è basati sui dati relativi a indagini geognostiche, sui rilevamenti effettuati, sulla registrazione dei punti di affioramento della falda (sorgenti), sui dati relativi ai pozzi esistenti di cui sono disponibili la stratigrafia e le caratteristiche idrologiche dell'acquifero (in particolare il livello statico).

E' evidente che i dati dei pozzi hanno comunque un valore soltanto indicativo in quanto spesso i livelli statici segnalati sono riferiti ad anni molto distanti fra di loro e quindi difficilmente correlabili ed inoltre non sempre è possibile distinguere il ruolo giocato da eventuali acquiferi sovrapposti nella sua determinazione.

La valutazione dell'andamento della superficie piezometrica è inoltre complicata da alcuni fattori, quali la variabilità dell'emungimento dalla prima falda nel corso del tempo e la sua irregolarità, la presenza di attività agricole con le relative opere di prelievo ed irrigazione, che modificano anche profondamente l'aspetto della superficie piezometrica nelle varie stagioni dell'anno, il rapporto con i corsi d'acqua superficiale, il diverso utilizzo delle sorgenti, ecc.

In tal senso la superficie piezometrica adottata ha soltanto una funzione esemplificativa del trend locale della falda.

## 7.5 CARTA DI INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Obiettivo di tale elaborato (rif. allegato 3 alla scala 1:5.000 su base CTR) è quello di fornire indicazioni relative alla geometria dei corpi idrici sotterranei e alle possibilità di infiltrazione delle acque superficiali nel sottosuolo in quanto condizionanti sia la ricarica delle falde superficiali sia la possibilità di infiltrazione di eventuali inquinanti che dovessero venire ad essere depositati in superficie individuando, in ultima analisi, le porzioni di territorio ove le acque sotterranee risultano potenzialmente vulnerabili.

La presenza o meno di possibilità di infiltrazione nel sottosuolo delle acque superficiali appare anche condizionare, in presenza di particolari situazioni morfologiche, la possibilità di esistenza di un reticolato idrografico superficiale e di situazioni di ruscellamento superficiale.

Di seguito vengono riprese e descritte puntualmente le voci della legenda (rif. "Consiglio Nazionale delle Ricerche, Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche") della carta di inquadramento idrogeologico sintetizzata alla scala 1:5.000 su base topografica Carta Tecnica Regionale.

### ***1. Geometria e idrodinamica dei corpi idrici sotterranei***

E' stato riportato l'andamento della prima falda (freatica) sulla base dei contenuti espressi al precedente paragrafo § 7.4.

### **2. Elementi antropici**

Sono stati suddivisi in:

- ***produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei***

Sono stati identificati e distinti con appositi colori e simboli grafici i seguenti elementi:

→ *Rete fognaria*: l'allegato visualizza la rete fognaria distinguendo fra il tracciato della rete delle acque nere, chiare e miste;

→ *Punti di recapito e scarico di scolmatore in corso d'acqua superficiale*;

→ *Fossa tipo Imhoff*.

N.B. il tracciato della rete fognaria in allegato 3 ed i punti di recapito sono stati ridisegnati sulla base del materiale cortesemente fornito agli scriventi dall'U.T. (rif. "Comune di Cocquio Trevisago Provincia di Varese – Planimetria generale con tracciato reti fognarie - aggiornamenti").

A tale documento si rimanda per qualsiasi difformità riscontrabile con quanto riportato sull'elaborato cartografico (allegato 3) a corredo della presente relazione tecnica.

→ *Aree cimiteriali*: sono state individuate le aree cimiteriali di Cocquio e della frazione Caldana.

→ *Pozzi ad uso non idropotabile*: sono stati ubicati i pozzi per acqua ad uso non idropotabile relativamente alle captazioni per cui tale operazione è stata possibile, distinguendo fra pozzi attivi e non attivi o chiusi;

→ *Aree non servite da fognatura*: sono state perimetrare indicativamente le porzioni di territorio comunale, generalmente interessate da insediamenti isolati e/o da siti rurali, in cui non è ancora presente l'allacciamento alla rete fognaria comunale. In particolare sono stati segnalati alcuni settori di località La Rocca, Carnisio Inferiore e Casa Rincagno, S. Pietro e Caldana, unitamente ad altri di minore estensione.

- ***preventori e/o riduttori dell'inquinamento***

→ *Depuratore comunale*: depuratore biologico (codice DP01205301) per il trattamento dei reflui civili ubicato in via Dante è gestito dalla Prealpi Servizi s.r.l.; l'impianto ha una capacità di 2.500 AE totali nominali e tratta gli apporti di 1.348 AE (rif. "Piano di Ambito dell'ATO della Provincia di Varese - R07-Ricognizione delle infrastrutture"); sono state individuate anche le *vasche di decantazione e depurazione* distribuite in diverse aree del territorio comunale.

- ***principali soggetti ad inquinamento***

→ *Captazioni ad uso idropotabile*: comprendono sia pozzi (pozzo Viganella e pozzi Onizze) che sorgenti (sorgenti Onizze, sorgenti Intelo e sorgenti Viganella).

- ***reti e impianti tecnologici***

→ *Rete acquedotto*: l'allegato visualizza la rete acquedottistica comunale e la posizione dei serbatoi di trattamento e stoccaggio acque. I serbatoi censiti sono 7: serbatoi Cocquio 1 e 2 (località Casa Pincagno), serbatoio Cerro, serbatoio Caldana, serbatoio Intelo, serbatoio Ada Negri e serbatoio Viganella (nella valle del Torrente Viganella).

N.B. il tracciato della rete acquedottistica in allegato 3 è stato ridisegnato sulla base del materiale cortesemente fornito agli scriventi dall'U.T. (rif. "Comune di Cocquio Trevisago - Provincia di Varese – Planimetria con mappa acquedotto alla scala 1:2.000 – febbraio 2000").

A tale documento si rimanda per qualsiasi difformità riscontrabile con quanto riportato sull'elaborato cartografico (allegato 3) a corredo della presente relazione tecnica.

### **3. Elementi idrologici e idrografici**

E' stato riportato il reticolo idrografico superficiale accorpando i corsi d'acqua del Reticolo Idrico Principale e Minore (distinti in allegato 2) e l'ubicazione delle sorgenti sia di quelle non captate che quelle captate ad utilizzo diverso dall'idropotabile.

### **4. Classificazione preliminare dei terreni in range di permeabilità-vulnerabilità idrogeologica**

Si è proceduto ad una suddivisione del territorio comunale secondo classi di permeabilità-vulnerabilità omogenea al fine di valutare, almeno in prima approssimazione, le zone in cui maggiore è la facilità di contaminazione delle acque sotterranee da parte di una eventuale fonte inquinante.

1) PERMEABILITA' DA BASSA A NULLA: comprende i depositi alluvionali di origine palustre sia in ambito alluvionale che interglaciale costituiti da limi, argille torbose debolmente sabbiose e ghiaiose, torbe in percentuali variabili. Sono stati stimati valori di permeabilità compresi fra  $10^{-6}$  e  $10^{-8}$  cm/sec, con spessore della zona di aerazione compreso fra 0 e 5 m e grado di vulnerabilità verticale della falda da alto a medio.

2) PERMEABILITA' DA MEDIA A MOLTO BASSA: comprende i depositi fluviali e fluvio-glaciali in ambiente di bassa energia, depositi lacustri eterogenei costituiti da limi e sabbie con livelli o lenti isolate di ghiaie e sabbie; in questo caso si sono stimati valori della permeabilità compresi fra  $10^{-3}$  e  $10^{-7}$  cm/sec, spessore della zona di aerazione compresa fra 1 e 5 m e grado di vulnerabilità verticale della falda da medio a molto elevato.

3) PERMEABILITA' DA MEDIA A BASSA: in questa classe sono collocati i depositi alluvionali e fluvio-glaciali costituiti da sabbie limose e limi sabbiosi con ciottoli in proporzioni variabili (in aumento con la profondità), ghiaie sabbiose ed argille. La permeabilità è presunta in un range di  $10^{-4}$  -  $10^{-6}$  cm/sec, con uno spessore dell'aerato di 1-12 m ed una vulnerabilità verticale di grado da basso ad elevato.

4) PERMEABILITA' VARIABILE: in questa classe che è la più estesa arealmente sono compresi depositi eterogenei da fluvio-glaciali, a morenici ed eluvio-colluviali costituiti da limi

sabbiosi con ciottoli e ghiaie e sabbie più o meno limose e argillose. La permeabilità è stimata in un range variabile fra i  $10^{-4}$  ed i  $10^{-8}$  cm/sec, con una vulnerabilità verticale da bassa a molto elevata; lo strato di aerazione ha spessori molto variabili anche in spazi ristretti ed è stato valutato come compreso fra 0 e 15 metri.

5) PERMEABILITA' DA ALTA A MEDIA: comprende i depositi detritici di versante costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie con locale matrice limosa. Lo spessore medio dello strato aerato è variabile, con acque generalmente prossime a p.c. testimoniate da frequenti fenomeni sorgivi. La permeabilità è presunta in un range di  $10^{-1}$  -  $10^{-5}$  cm/sec, con una vulnerabilità verticale da molto elevata a media.

6) SUBSTRATO A PERMEABILITÀ PRIMARIA NULLA - PERMEABILITÀ SECONDARIA PER FRATTURAZIONE E CARSISMO: è la classe che raggruppa tutti gli ammassi rocciosi presenti, con valori della permeabilità che variano a secondo delle caratteristiche geometriche e tettoniche degli ammassi, e valutati in un range molto variabile (da 1 m/s ad impermeabile). Per le caratteristiche di questa unità si ritiene che il grado di vulnerabilità verticale della falda nei livelli superiori, sia da elevato a molto elevato unicamente in presenza di un diffuso stato di fratturazione.

#### **7.5.1 METODOLOGIA PER LA STIMA DELLA PERMEABILITA'**

Dato il carattere di inquadramento generale della presente trattazione e la disponibilità di dati che non è evidentemente organica e uniforme su tutto il territorio, i valori di permeabilità sono stati stimati utilizzando range di ragionevole ampiezza comunemente indicati in bibliografia con riferimento a materiali e depositi aventi caratteristiche simili a quelli affioranti sul territorio comunale.

In mancanza di prove di permeabilità e di portata, che per costi e caratteristiche non sono compatibili con lo scopo del lavoro, ci si è basati su un approccio empirico fondato sui concetti teorici utilizzati negli studi idrogeologici generali.

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

### **Valutazione della permeabilità in ammassi rocciosi**

Nelle rocce la circolazione dei fluidi avviene attraverso le discontinuità esistenti (stratificazione, faglie e fratture, cavità) e quindi la permeabilità può essere molto variabile da punto a punto, per la diversa distribuzione delle discontinuità e per la forte anisotropia nelle caratteristiche di ogni ammasso.

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

Sulla base di considerazioni del genere ed utilizzando le teorie di flusso, in regime laminare, si sono preparate varie formule teoriche, da cui sono state ricavate anche relazioni sperimentali del tipo (Louis):

$$k = \frac{N * p * e^3}{15 * w}$$

dove :

N = numero di discontinuità per metro lineare

p = densità del liquido

w = viscosità cinematica

Con questa formula che, sia pur approssimativamente, permette di orientarsi circa il valore di permeabilità da conferire ad una roccia, e basandosi sui rilievi strutturali effettuati si è proceduto a stimare il valore di permeabilità delle unità rocciose presenti.

### **Valutazione della permeabilità nei terreni sciolti**

Per una prima valutazione della permeabilità in terreni sciolti si è proceduto mediante il confronto fra i dati riportati in letteratura come tipici per le varie unità ed il confronto con semplici formule empiriche, di vasto utilizzo (anche se molto approssimative) quali la formula di Hazen, che si basa sulle dimensioni dei grani valutata mediante apposita granulometria.

La formula dice che:

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

dove:

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

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

I risultati ottenuti con questa formula sono stati confrontati con metodi grafici, validi per terreni omogenei, quali i grafici di Prugh, riportati nella figura 8.

### 7.5.2 STIMA DELLA VULNERABILITA'

Per quanto concerne la vulnerabilità dell'acquifero questa esprime la sua "*suscettibilità specifica[...]* ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea nello spazio e nel tempo" (Civita,1987).

I fattori principali che regolano la vulnerabilità di un acquifero sono molteplici legati da una parte alla velocità di passaggio dalla superficie alla falda dell'eventuale inquinante (tempo di transito) e dall'altra alle caratteristiche del deflusso sotterraneo e dai fenomeni di possibile attenuazione dell'impatto intrinseci all'ambiente.

Il tempo di transito dell'inquinante è legato a diversi fattori fra cui i principali sono:

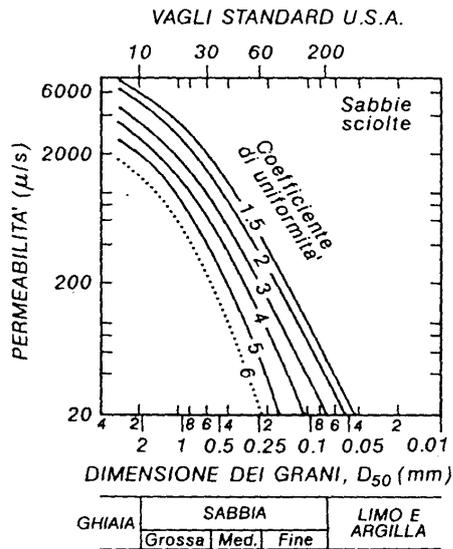
- ❑ la soggiacenza della falda, e cioè dallo spessore dell'aerato;
- ❑ le caratteristiche litostratigrafiche dell'aerato;
- ❑ le caratteristiche di permeabilità dell'aerato;
- ❑ le caratteristiche della copertura del suolo e la sua capacità di ritenzione specifica;
- ❑ la densità, viscosità e solubilità dell'inquinante;
- ❑ la ricarica attiva media globale della falda.

Il deflusso sotterraneo è funzione:

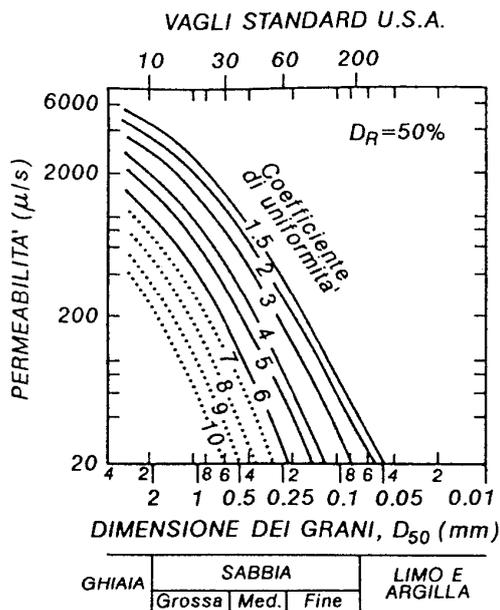
- ❑ delle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero;
- ❑ della sua struttura, geometria e gradiente idraulico;

e quindi, la capacità di attenuazione dell'impatto degli inquinanti è regolata da:

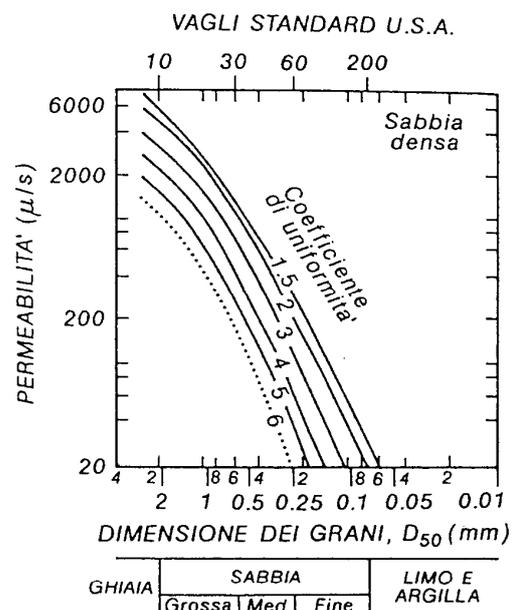
- ❑ temperatura dell'acqua e del mezzo acquifero;



Valutazione del coefficiente di permeabilità di una sabbia sciolta in base alla dimensione dei grani ( $D_{50}$ ) ed al grado di uniformità (U). (Prugh B.J., 1959).



Valutazione del coefficiente di permeabilità di una sabbia mediamente densa ( $D_R = 50\%$ ) in base alla dimensione dei grani ( $D_{50}$ ) ed al grado di uniformità (U). (Prugh B.J., 1959).



Valutazione del coefficiente di permeabilità di una sabbia densa in base alla dimensione dei grani ( $D_{50}$ ) ed al grado di uniformità (U). (Prugh B.J., 1959).

Figura 8 – tratto da “prove geotecniche in sito – F. Cestari, 1990)

- caratteristiche dell'inquinante;
- spessore, tessitura, composizione mineralogica, ..., del suolo e dell'aerato, (come visto nelle voci precedenti).

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

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

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

$$T_a = S / V_i$$

Analoghi concetti determinano la valutazione della vulnerabilità orizzontale (che tiene conto della diffusione dell'inquinante nell'acquifero) e della vulnerabilità complessiva (data dal rapporto fra vulnerabilità verticale ed orizzontale).

Visto il carattere di inquadramento generale del presente studio ci si è limitati ad una stima della vulnerabilità verticale, utilizzando la tabella riportata in figura 9 (De Luca, Verga, 1991).

TEMPO DI ARRIVO *	VULNERABILITA' VERTICALE
> 20 anni	MOLTO BASSA
20 - 10 anni	BASSA
10 - 1 anno	MEDIA
1 anno - 1 settimana	ALTA
1 settimana - 24 ore	ELEVATA
< 24 ore	MOLTO ELEVATA

Figura 9 – Classi di vulnerabilità verticale (De Luca & Verga, 1991)

Si specifica che la vulnerabilità è riferita esclusivamente alla falda principale; tali valutazioni non riguardano per contro le falde sospese superficiali e/o a carattere locale eventualmente presenti non significative ai fini idropotabili.

## 7.6 SEZIONE GEOLOGICA-IDROGEOLOGICA

In allegato 3 sono state individuate le tracce di due sezioni proposte negli allegati 3a e 3b in scala deformata (1:1.000 in verticale e 1:5.000 in orizzontale) per poter meglio illustrare le tematiche presenti.

Nell'elaborazione delle sezioni si è tenuto conto sia di un criterio di suddivisione geologico, con un esplicito richiamo alle formazioni evidenziate nella carta geologica, sia di un criterio litostratigrafico, mediante l'inserimento grafico dei simboli relativi ai vari litotipi.

A completamento è stata introdotto il profilo della superficie piezometrica così come ricostruita nella carta idrogeologica.

Si sono così evidenziati i rapporti stratigrafici fra le varie unità e si sono rappresentati vari temi geologici e geomorfologici già descritti nei capitoli precedenti, quali la presenza di un substrato coperto da depositi terrazzati di vario ordine, la concordanza fra successioni geologiche e la geomorfologia, la bassa soggiacenza della falda soprattutto sui terrazzi e nei terreni fluvio-lacustri di fondovalle.

## 7.7 BILANCIO IDRICO LOCALE

Di seguito si espongono alcune considerazioni ai fini della valutazione della risorsa idrica locale.

Il passo iniziale consiste nella stesura del bilancio idrologico e nella stima dei volumi di ricarica-prelievo (o uscite) dal bacino di riferimento mediante la seguente equazione:

$$P = ET + R + I$$

in cui:

P = precipitazione media annua per la località di riferimento (espressa in mm/anno);

ET = evapotraspirazione (mm/anno);

R = perdite legate al ruscellamento superficiale (mm/anno);

I = infiltrazione efficace (mm/anno) che definisce l'aliquota della precipitazione lorda effettivamente in grado di infiltrarsi nel terreno alimentando la risorsa idrica sotterranea.

Per la definizione del parametro P sono stati presi come riferimento i valori delle precipitazioni medie annuali registrate presso le stazioni di Cuvio, Gavirate e Ispra (rif. *“Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino lombardo registrate nel periodo 1891 – 1990”* a cura di M. Ceriani e M. Carelli – 2000) da cui risulta che per il territorio comunale di Cocquio Trevisago può essere assunta come rappresentativa l'isoieta 1750 mm pioggia/anno.

Considerando una temperatura media annua  $T_a$  di 11.9 °C la formula di Turc (1954) fornisce direttamente l'evapotraspirazione reale (ET) media annua in mm:

$$ET = \frac{P}{\sqrt{0.9 + (P/L)^2}}$$

con  $L = 300 + 25T_a + 0.05T_a^3$  essendo  $T_a$  la temperatura media annua.

Risolvendo l'equazione si ottiene per l'area in esame un valore stimato pari a circa 640 mm/anno (equivalente a circa il 37% della precipitazione P).

Per valutare l'entità del ruscellamento è stato considerato il valore della pioggia efficace cioè l'effettivo volume idrico che si rende disponibile per il ruscellamento superficiale e che raggiunge rapidamente la rete idrografica e che viene calcolata depurando dal volume totale le perdite dovute all'intercettazione fogliare, al pozzangheramento e soprattutto all'infiltrazione nel suolo.

La stima delle piogge efficaci viene operata utilizzando un metodo sperimentato dal Servizio Statunitense di Conservazione del Suolo (SCS-CN), noto come 'Curve Number' (Chow, 1988), che consente di tenere conto delle perdite di volumi di pioggia che avvengono all'inizio dell'evento precedentemente descritte attraverso la seguente equazione:

$$P_{netta} = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)}$$

dove  $P_{\text{netta}}$  [mm] è la pioggia efficace che generare il deflusso superficiale,  $P$  [mm] è l'afflusso meteorico lordo,  $I_a$  [mm] rappresenta le perdite iniziali ed  $S$  [mm] il massimo assorbimento potenziale; da relazioni empiriche ricavate da numerosi casi sperimentali si ha inoltre:

$$I_a = 0.2 S \text{ e } CN = 1000/(10 + S).$$

Sulla base dell'analisi geologica e pedologica dell'area in esame attraverso una media pesata dei valori del parametro CN assegnati a ciascuna categoria di suolo è possibile assegnare un valore medio pari a 77.

La stima del coefficiente di deflusso è estremamente difficile e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

Gli studi disponibili, per altro in numero piuttosto limitato, indicano tutti che il valore di  $c$  in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti.

Il valore del coefficiente di deflusso " $c$ " è stato assunto pari a 0,56 (coefficiente di deflusso calcolato a Ponte Bardello relativo agli anni 1939-'56 da "*Estensione areale dell'indagine multidisciplinare per la gestione delle risorse idriche sotterranee nell'area meridionale della Provincia*" – Amministrazione Pro.vle di Varese, marzo 1989), confrontato con i valori dei coefficienti di deflusso raccomandati da *American Society of Civil Engineers* e da *Pollution Control Federation*, con riferimento prevalente ai bacini urbani e quelli raccomandati da *Handbook of Applied Hydrology* (Ven Te Chow, 1964) riportati in "*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*" (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico).

Moltiplicando tale valore per la precipitazione netta si ottiene una perdita dovuta al ruscellamento superficiale pari a circa 930 mm/anno.

Il valore dell'infiltrazione efficace  $I$  si ottiene indirettamente sottraendo alla precipitazione lorda le perdite per evapotraspirazione e ruscellamento ( $I = P - D - E$ ) e per l'area in questione risulta pari a 180 mm/anno che moltiplicato per la superficie del bacino (circa 8,5 Km<sup>2</sup>) fornisce un valore approssimato di 1.530.000 mc/anno.

Per la valutazione della risorsa idrica sfruttabile sono state prese in considerazione le sezioni idrogeologiche elaborate a supporto dello studio geologico del territorio comunale e le stratigrafie dei pozzi per acqua disponibili anche sui territori dei comuni limitrofi.

Dall'esame dei dati raccolti (profondità e lunghezza dei tratti fenestrati) ed in base alla distribuzione delle opere di captazione e delle unità litologiche è ragionevole considerare che, ad esclusione del contributo delle sorgenti, le maggiori potenzialità ai fini dello sfruttamento idropotabile siano limitate all'area di fondovalle e a parte dei depositi fluvioglaciali terrazzati del settore pedemontano.

Le sezioni idrogeologiche elaborate indicano in non più di 5-7 m lo spessore complessivo della zona satura dei depositi permeabili; considerando una porosità efficace non superiore al 10-15% la riserva idrica risulta stimabile in circa 845.000 mc (valore indicativo che potrebbe essere corretto per difetto per effetto delle possibili/probabili irregolarità del substrato roccioso).

Nelle tabelle di seguito proposte vengono riportati i dati trasmessi all'U.T. comunale dalla Metanifera di Gavirate s.r.l. gestore dell'acquedotto relativi ai volumi reali di acqua prelevati dalle fonti idropotabili, misurati a mezzo contatore, e i volumi fatturati:

anno	volume prelevato (mc/anno)
2009	692.339
2010	632.273
2011	552.075
<b>media</b>	<b>625.562</b>

periodo fatturazione	consumo acqua fatturato (mc/anno)	popolazione al 31/12	consumo medio giornaliero teorico pro-capite (l/abitante/giorno)
anno 2009	352.695	4.723	205
anno 2010	327.575	4.749	189
anno 2011	340.704	4.813	194
<b>media</b>	<b>340.325</b>		<b>196</b>

Dal confronto fra i dati numerici riportati nelle tabelle precedenti si osserva che:

- dal raffronto fra i volumi di acqua emunti relativamente al periodo 2009-'11 si calcola un emungimento medio annuale pari a 625.562 mc equivalente a poco meno di 20 l/sec (19,84 l/sec);
- con riferimento ai volumi fatturati rapportati al numero di abitanti si calcola un consumo medio giornaliero pro-capite (teorico) valutabile in circa 200 litri.

Confrontando quindi il valore dell'infiltrazione efficace che rappresenta la ricarica delle acque sotterranee cioè il volume di acqua utilizzabile senza provocare eccessivi squilibri al ciclo idrologico naturale (stimato in poco meno di 1.530.000 mc/anno) con il volume medio prelevato (poco meno di 626.000 mc/anno) si osserva un bilancio positivo fra ricarica/prelievo con discrete possibilità di incremento dei consumi.

## 7.8 RETE IDRICA

La rete idrica del Comune di Cocquio Trevisago è alimentata attualmente da tre pozzi (pozzo Viganella e due punti di prelievo superficiali entro il campo sorgenti Onizze) e da undici sorgenti (tre nel campo "Onizze", due in loc. Intelo e sei lungo il T. Viganella).

Le acque emunte vengono accumulate in sette serbatoi e da questi distribuite in rete.

Raffrontando i dati relativi ai prelievi effettivi da pozzo con il volume fatturato riproposti nella tabella seguente:

anno	Volume emunto (mc/anno)	Volume fatturato (mc/anno)	Perdite (mc/anno)	Perdita apparente (%)
2008	692.339	352.695	339.644	49
2009	632.273	327.575	304.698	48
2010	552.075	340.704	211.371	38

si osserva come la percentuale delle perdite apparenti ha un valore medio del 45 % ben al di sopra della media dei comuni della Provincia di Varese (stimabile intorno al 30%).

Le previsioni di piano di P.G.T. prevedono un potenziale incremento teorico massimo della popolazione pari a circa 369 abitanti, con potenziale conseguente raggiungimento di una popolazione massima di quasi 5.200 abitanti.

A fronte di tale scenario, ipotizzando un consumo medio giornaliero pro-capite pari a 250 l/giorno/abitante (indicato come valore medio a livello provinciale) ne deriva che l'acquedotto comunale dovrà fornire al massimo della richiesta quasi 475.000 mc utili annui che, ipotizzando una perdita di rete media pari al 45% equivale ad un emungimento di circa 864.000 mc pari ad una portata media di circa 27,4 l/sec.

A fronte di un bilancio positivo fra ricarica e prelievo resta comunque da non sottovalutare il fatto che nel corso degli ultimi anni (quadriennio 2003 – 2006 ad esempio) il regime meteorico è risultato essere fortemente deficitario rispetto ai valori medi (stimabile in misura del 20-25%) in particolare per quanto concerne le precipitazioni efficaci alla ricarica della falda.

Alla luce di quanto esposto ed in relazione alle non elevate potenzialità della falda si ritiene fondamentale, in previsione di futuri incrementi della richiesta idrica, evitare una eccessiva maggiorazione dei prelievi dalla risorsa attualmente sfruttata.

Al fine di evitare o prevenire potenziali condizioni di carenza idrica (concentrata tipicamente nei mesi estivi a seguito di attività quali innaffiamento di prati e orti, riempimento piscine e maggior utilizzo dell'acqua a scopi igienico-sanitari) si ritiene piuttosto perseguibile una valutazione dettagliata dell'effettivo stato di manutenzione delle opere di presa (soprattutto delle sorgenti) al fine di verificare la possibilità di recupero di eventuali aliquote perse in seguito alla non perfetta efficienza delle captazioni; parallelamente si ritiene indispensabile provvedere all'abbattimento delle perdite dalla rete acquedottistica e/o di distribuzione.

#### **7.8.1 DATI GENERALI OPERE DI PRESA DEL CAMPO "ONIZZE"**

Il sito denominato "Onizze" è costituito da un gruppo di tre emergenze distinte a carattere perenne con quota di sfioro 265 m s.l.m., ubicate circa 100 m ad est rispetto al tracciato della linea ferroviaria F.N.M, in corrispondenza di un'area subpianeggiante ad est di località Intelo; comprende inoltre un pozzo scavato nel 1991 per conto dell'Amministrazione Comunale e un

secondo pozzo perforato inizialmente come piezometro di controllo realizzati fra la vasca di decantazione e raccolta acque e il bottino di presa della sorgente “Onizze I”.

#### Pozzo 1 “Onizze”

Il pozzo è stato scavato con escavatore nel 1991, pochi metri a monte della vasca di decantazione e raccolta acque, ha raggiunto una profondità di 4 m rispetto a p.c. L’opera è stata completata con posa in opera di anelli in calcestruzzo con diametro Ø 50 cm fino alla profondità di 4 m da p.c.; da – 3 m p.c. fino a fondo foro (aperto) è stato realizzato un manto drenante in ghiaia (spessore 100 cm). Le fenestrature sono costituite da fori negli anelli in cls (superficie libera pari a circa 5% di quella cieca) realizzati da – 1 m p.c. fino a fondo foro. L’accesso è protetto da un anello in calcestruzzo con tombino. In corrispondenza della centrale elettrica presso la vasca di raccolta è installato un contaltri per la misura dei volumi emunti.

In occasione della prova di permeabilità tipo Lefranc a carico costante eseguita sul pozzo in data 09.11.1996 è stato registrato un L.S. pari a -1,3 m p.c. ed un L.D. finale pari a -1,335 m p.c. (la prova è stata eseguita in risalita con lettura dei livelli dinamici dopo spegnimento della pompa funzionante per 30’ alla portata costante di 1,65 l/sec): l’interpretazione della prova ha fornito un valore del coefficiente di permeabilità pari a  $3,6 \cdot 10^{-2}$  m/sec. Dalla stratigrafia indicativa si può desumere che l’acquifero captato è costituito da livelli di sabbia e argilla.

#### Pozzo 2 “Onizze”

A poco meno di 10 m ad W del pozzo ad anelli su descritto, a valle rispetto al bottino di presa della sorgente “Onizze I”, si individua un secondo “pozzo” perforato inizialmente come piezometro di monitoraggio. La perforazione ha raggiunto una profondità di 11,5 m da p.c.; l’opera è stata quindi completata con messa in opera di tubazione in ferro di spessore 4 mm con diametro interno Ø 160 mm fino a 11 m, con fenestrato a ponte fra 1 e 4 m. Al termine delle operazioni di completamento è stata eseguita una prova di pompaggio in occasione della quale è stato registrato un L.S. pari a 0,7 m p.c.; il L.D. raggiunto a fine prova è risultato pari a 3,8 m p.c. emungendo una portata pari a 150 l/min (2,5 l/sec). La testa del piezometro è alloggiata entro cameretta in cls a pianta rettangolare di dimensioni 130x75 cm, profonda 110 cm, coperta con chiusino metallico. In relazione alle caratteristiche costruttive e al maggior grado di protezione offerto è consigliabile attrezzare il piezometro con idoneo impianto di aspirazione e di

convertirlo in pozzo di emungimento in alternativa al pozzo ad anelli. Quest'ultimo verrà mantenuto fermo e riattivato solamente all'arresto dell'altro (ad esempio a seguito di arresto per operazioni di manutenzione); data infatti la vicinanza delle due opere un loro funzionamento contemporaneo non risulterebbe compatibile con le caratteristiche della falda locale determinando eccessivi fenomeni di interferenza tra le due captazioni ed il prosciugamento di quella più a monte.

### Sorgenti "Onizze"

Trattasi di un sistema costituito da tre sorgenti captate, grosso modo allineate lungo un fronte di circa un centinaio di metri, su di un terreno subpianeggiante immediatamente prospiciente il versante.

Lo schema tipo dei bottini di presa consiste in una struttura perimetrale in calcestruzzo; entro lo scomparto che costituisce la captazione vera e propria è stato realizzato un materasso drenante in ghiaia; la superficie piezometrica risulta molto prossima al piano campagna.

Le acque captate delle tre sorgenti sono convogliate tramite condotte in sotterraneo alla vasca di raccolta dopo decantazione in apposita vasca; dalla camera di raccolta vengono quindi immesse nel serbatoio posto a monte e al quale convergono anche le acque provenienti dalle sorgenti "Viganella".

Le acque provenienti dal campo "Onizze" prima di essere inviate al serbatoio vengono trattate mediante impianto di clorazione automatica.

Per la stima delle portate derivanti dal campo "Onizze" (sorgenti+pozzo ad anelli) sono noti i valori dei volumi di acqua emunti relativamente agli anni 2005-2006 (dati forniti dalla M.D.G. Metanifera di Gavirate s.r.l. gestore dell'acquedotto).

Nel corso dell'anno 2005 al contatore sono stati registrati 281.263 mc di cui 105.120 mc prelevati al pozzo (stimando un prelievo medio di 12 mc/h equivalente a 3,3 l/sec) e 176.143 mc provenienti dalle sorgenti (Q1+Q2+Q3 pari a una media di circa 5,6 l/sec).

Nel corso dell'anno 2006 i volumi sono stati 210.322 mc così suddivisi: 105.120 mc prelevati al pozzo (stimando un prelievo medio di 12 mc/h eq. 3,3 l/sec) e 105.202 mc dalle sorgenti (Q1+Q2+Q3 media pari a circa 3,3 l/sec).

### 7.8.2 DATI GENERALI SORGENTI “INTELO”

Le sorgenti “Intelto” sono ubicate poche centinaia di metri a NE delle sorgenti “Onizze”, poco a monte del serbatoio dell’acquedotto, con quota di sfioro 305 m s.l.m.

Il sistema è costituito da due strutture in muratura, recentemente ristrutturate, costruite entro un’area prativa digradante verso SW.

La captazione di monte è costituita da un bottino a pianta rettangolare sul fondo del quale, ribassato di circa 1,5 m da p.c., è distribuito un manto drenante in ciottoli e ghiaia.

La sorgente è di tipo semiperenne e le acque captate vengono convogliate alla vasca di decantazione e di raccolta posta più a valle.

Questa è costituita da una struttura in muratura a due comparti, a pianta rettangolare, all’interno della quale si accede attraverso una porta metallica sulla facciata occidentale.

Dal primo comparto (dove si trova l’impianto per la clorazione automatica delle acque ed i tubi di mandata all’acquedotto) si accede alla camera di raccolta delle acque, parte delle quali derivano dalla sorgente Intelto I a monte, e in parte sono quelle recuperate attraverso un “pozzo” ad anelli, scavato presso la porta di accesso, che recupera parte delle acque che vanno perse e le riversa nella camera di raccolta.

Le acque così raccolte dalla vasca di accumulo vengono convogliate al serbatoio posto qualche centinaio di metri più a valle.

Sulla base dei dati comunicati dalla M.D.G. Metanifera di Gavirate gestore dell’acquedotto i volumi totali di acqua prelevati alle due sorgenti sono risultati essere pari a 38.000 mc (anno 2005) e 71.956 (anno 2006).

La media giornaliera complessiva per le due sorgenti è pari a 215 mc/giorno (eq. a circa 2,5 l/sec) dei quali 193 mc/giorno (circa 2,2 l/sec) garantiti dalla sola sorgente n. 2 (quella più a valle) dato che la sorgente n. 1 si prosciuga velocemente.

Considerando il prelievo medio giornaliero si ha una portata media complessiva (Q1+Q2) pari a 2,5 l/sec.

### 7.8.3 DATI GENERALI OPERE DI PRESA DEL CAMPO “VIGANELLA”

Le fonti di approvvigionamento idrico denominate “Viganella” comprendono un pozzo (perforato nel 1999) ed un gruppo di sei sorgenti la cui captazione risale agli anni ’60

(concessione alla derivazione rilasciata con D.G.R. n. 5720 del 04/02/1986); le acque emunte vengono ripartite ai serbatoi denominati “Cocquio 1” e “Ada Negri”.

I bottini di presa delle sorgenti sono stati realizzati a ridosso degli affioramenti rocciosi e captano il flusso naturale durante l'intero arco della giornata; l'eventuale troppo pieno viene recapitato nel Torrente Viganella. La portata dalle sorgenti è logicamente variabile in funzione del regime delle precipitazioni che rappresenta la principale fonte di ricarica dell'acquifero; il valore medio si attesta sui 32 mc/h (eq. a poco meno di 9 l/sec)

#### Pozzo “Viganella”

Il pozzo è attrezzato con una colonna in acciaio di diametro Ø 80 mm con colonna di aspirazione sempre in acciaio di diametro Ø 50 mm; l'acqua viene estratta a mezzo elettropompa sommersa di potenza 1,50 KW e convogliata nel dissabbiatore del serbatoio “Viganella” a mezzo tubazione PEAD di diametro Ø 50 mm. La testa pozzo è protetta da cameretta in cemento armato rialzata di 25 cm da p.c. sigillata da due sportelli in lamiera. La portata massima, registrata con contatore Ø 1”1/2 ad installazione fissa, è risultata pari a 5,50 mc/h (eq. 1,5 l/sec).

#### Sorgenti Viganella n. 1, 2, 3, 4

Sono costituite da quattro caselli di presa in cemento di dimensioni variabili con copertura con soletta di cls impermeabilizzata con guaina bitumata con accesso all'interno mediante apertura protetta da doppio sportello in acciaio; l'aerazione è garantita da camino uscente dalla soletta. L'acqua viene captata a ridosso della roccia affiorante e convogliata mediante unica tubazione per i quattro bottini di presa alla vasca centrale di captazione.

#### Sorgente Viganella n. 5

Costituita da bottino di presa in cemento di dimensioni 90x90 cm e chiusino di ispezione in cemento raccoglie le acque provenienti da tre tubazioni in PVC di diametro Ø 80 mm che intercettano l'acqua circa 20 m più a monte direttamente dalla roccia affiorante. L'acqua immagazzinata nel casello viene quindi recapitata alla vasca centrale a mezzo di tubazione aerea in acciaio bitumato di diametro Ø 76 mm.

### Sorgente Viganella n. 6

Costituita da due bottini di presa costituiti da pozzetti in cemento di dimensioni 60x70 cm e chiusino di ispezione in lamiera realizzati a ridosso della roccia affiorante; l'acqua viene convogliata in unica cameretta in cemento di dimensione 100x100 cm mediante tubazioni in PVC di diametro Ø 80 mm e lunghezza 6 m. L'acqua della sorgente n. 6 viene convogliata a flusso naturale direttamente al serbatoio Ada Negri a mezzo tubazione in acciaio di lunghezza 1.500 m e diametro Ø 160 mm; la portata è di circa 5 mc/h (circa 1,4 l/sec) ed è attiva quotidianamente.

## 7.9 CONSIDERAZIONI GENERALI

A conclusione di quanto esposto nel corso dei precedenti paragrafi è possibile formulare le seguenti considerazioni di carattere generale:

- il settore di fondovalle presenta condizioni generali di bassa o comunque limitata permeabilità subsuperficiale associata ad occorrenza di prevalenti depositi fini glacio-lacustri, con prima falda poco profonda localmente subaffiorante, quindi interagente con l'eventuale realizzazione di comparti interrati e/o seminterrati;
- in virtù dell'andamento piuttosto regolare è possibile ricostruire con una certa attendibilità per il settore collinare-pedemontano e di fondovalle l'andamento della superficie piezometrica del primo acquifero, posto a quote assolute di 240- 270 m s.l.m., e quindi con soggiacenza variabile fra piano campagna ed i 12 metri di profondità circa;
- l'andamento delle isofreatiche sembra indicare la presenza di un modesto spartiacque sotterraneo in corrispondenza della strada fra S. Andrea e Besozzo: a NW di questo punto la falda si dirige verso W (verso località La Palude e Beverino); nella zona dell'abitato di Cocquio la falda alimenta direttamente il fiume Bardello, con una direzione ortogonale allo stesso;
- il settore montuoso si presenta per sua natura come variabile, con la presenza di piccole falde superficiali a sviluppo eterogeneo nella copertura ed in comunicazione con una circolazione idrica per fessurazione nei sottostanti ammassi rocciosi, soprattutto all'interno della porzione fratturata ed alterata più superficiale. È presente

una fascia di sorgenti, sviluppata nella parte terminale del settore, dove si assommano variazioni topografiche importanti all'affioramento del substrato roccioso, che evidenziano una fascia ad elevata vulnerabilità della falda;

- per quanto concerne il bilancio idrico locale:
  - a. dal confronto fra il valore teorico dell'infiltrazione efficace (che rappresenta la ricarica delle acque sotterranee cioè il volume di acqua utilizzabile senza provocare eccessivi squilibri al ciclo idrologico naturale, stimato in circa di 1.530.000 mc/anno) e il volume medio immesso in rete si osserva un bilancio positivo fra ricarica/prelievo con discrete possibilità di incremento dei consumi;
  - b. la forbice fra il valore del volume sollevato dalle captazioni e quello fatturato indica perdite apparenti consistenti mediamente pari al 45 %; nel caso tale valore fosse imputabile effettivamente a perdite di rete sarà fondamentale che le fasi di attuazione del nuovo PGT siano accompagnate in via prioritaria da un piano di ristrutturazione generale della rete di adduzione e distribuzione al fine di ridurre i valori delle perdite almeno alle percentuali fisiologiche individuate nell'ambito provinciale (circa 30%) associato eventualmente ad interventi di rivitalizzazione delle captazioni esistenti;
  - c. le fonti attuali di approvvigionamento (pozzi e sorgenti) risultano in grado di sostenere la richiesta della popolazione attuale e, almeno teoricamente, quella legata al previsto incremento demografico stimabile in 369 unità, con incremento delle portate estratte da circa 20 a punte di 27 l/sec;
  - d. quale ulteriore elemento di attenzione si sottolinea il regime spesso deficitario delle precipitazioni negli ultimi anni con riflessi negativi sull'alimentazione della falda; in tal senso appare pertanto non differibile un intervento generalizzato sulla rete idrica di adduzione e distributrice al fine di ridurre le eccessive perdite di rete.

## 8. ANALISI GEOLOGICO-TECNICA

### 8.1 GENERALITA'

La caratterizzazione geologico–tecnica proposta nel presente studio deve venire intesa come una definizione preliminare ed indicativa delle proprietà geotecniche dei terreni in relazione ad interventi di modificazione dell'area ai fini costruttivi.

Pertanto le indicazioni riportate nel corso del capitolo e nel relativo Allegato 4 (Carta di prima caratterizzazione geologico-tecnica alla scala 1:5.000 su data-base topografico) hanno un carattere puramente di inquadramento generale e preliminare e non andranno assolutamente considerate come esaustive e sufficienti ed in nessun caso sostitutive di quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni” (G. U. n. 29 del 4 febbraio 2008 – S.O. n. 30) s.m.i. per la pianificazione attuativa e la progettazione esecutiva le quali dovranno essere supportate, qualora previsto dalle norme geologiche di piano, da una campagna di indagini geognostiche ad hoc per produrre specifici calcoli geotecnici di dimensionamento eventualmente accompagnata da verifica di stabilità in corrispondenza delle aree di versante.

Oltre alla definizione delle unità geologico tecniche omogenee sull'elaborato grafico sono state riportate le ubicazioni delle indagini geognostiche disponibili, realizzate nell'ambito del territorio comunale comprendenti:

- 15 sondaggi geognostici;
- 42 prove penetrometriche dinamiche eseguite con penetrometro pesante (DPSH);
- 33 scavi di saggio;
- 5 indagini di tipo geofisico (SEV);
- 4 analisi granulometriche di laboratorio su campioni di terreno rimaneggiato;
- 3 rilievi geomeccanici di ammassi rocciosi;

Gli elementi puntuali sopra descritti sono stati opportunamente identificati e differenziati in cartografia mediante apposita simbologia; ad ogni simbolo è inoltre associata un'etichetta che

rappresenta la profondità di investigazione raggiunta con la prova riferita (quando non diversamente specificato) alla quota di p.c. originaria.

I rapporti relativi alle singole prove e/o stratigrafie (ove disponibili) sono invece raccolti in Appendice D allegata alla presente relazione tecnica.

## 8.2 CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI

Per la classificazione dei terreni ci si è sostanzialmente basati su quanto tradizionalmente riportato in letteratura opportunamente confrontato e integrato con osservazioni dirette degli affioramenti dei terreni in corrispondenza di spaccati naturali e/o artificiali (scavi e/o sbancamenti) e l'utilizzo di tutti i dati disponibili relativi ad indagine geognostiche in possesso degli scriventi negli archivi societari o forniti in consultazione dall'Amministrazione Comunale.

La classificazione adottata è stata elaborata secondo i criteri di seguito esposti:

- descrizione litologico-tecnica secondo le norme di classificazione della Associazione Geotecnica Italiana A.G.I. 1977 (rif. figura 10);

Definizione	Diametro dei grani (mm)	Criteri di identificazione	
Blocchi	> 200	Visibili a occhio nudo	
Ciottoli	200 ÷ 60		
Ghiaia	grossa		60 ÷ 20
	media		20 - 6
	fine		6 - 2
Sabbia	grossa		2 - 0.6
	media	0.6 ÷ 0.2	
	fine	0.2 ÷ 0.06	
Limo	0.06 ÷ 0.002	Solo se grossolano è visibile a occhio nudo - poco plastico, dilatante, lievemente granulare al tatto - si disgrega velocemente in acqua - si essicca velocemente - possiede coesione ma può essere polverizzato fra le dita	
Argilla	< 0.002	I frammenti asciutti possono essere rotti ma non polverizzati fra le dita - si disgrega in acqua lentamente - liscia al tatto - plastica - non dilatante - appiccica alle dita - asciuga lentamente - si ritira durante l'essiccazione	
Terreno organico o vegetale		Contiene una rilevante percentuale di sostanze organiche vegetali	
Torba		Predominano resti lignei non mineralizzati, colore scuro, bassa densità	

Figura 10 – classificazione delle terre secondo le raccomandazioni A.G.I. (1977)

- classificazione granulometrica secondo le norme tecniche del Sistema Unificato USCS (*Unified Soil Classification System*) adottato dal *Corps of Engineers dal Bureau of Reclamation* degli U.S.A., basate sostanzialmente sulle norme ASTM (D2487-75, ecc..) che permettono di dare una precisa definizione tecnica dei terreni (rif. figura 11) con il significato delle varie sigle; queste stesse sigle sono riportate in legenda in riferimento alle singole unità.

	Gruppo	Descrizione	Sottogruppo	Caratteristiche		
Terreni a grana grossolana passante al 200 < 50%	G	GHIAIE La maggior parte della frazione è trattenuta al setaccio 4.	GW	fine < 5%, C > 4		
			GP	fine > 5%, C < 4		
			GM	fine > 12%; PI < 4, sotto retta A		
			GC	fine > 12%; PI > 7, sopra retta A		
	S	SABBIE La maggior parte della frazione passa al setaccio 4.	SW	fine < 5%, C > 4		
			SP	fine > 5%, C < 6		
			SM	fine > 12%; PI < 4, sotto retta A		
			SC	fine > 12%; PI > 7, sopra retta A		
			C	ARGILLE INORGANICHE	CL	W <sub>L</sub> < 50 %
					CH	W <sub>L</sub> > 50 %
M	LIMI INORGANICI	ML			W <sub>L</sub> < 50 %	
		MH			W <sub>L</sub> > 50 %	
O	LIMI E ARGILLE INORGANICI	OL	W <sub>L</sub> < 50 %			
		OH	W <sub>L</sub> > 50 %			

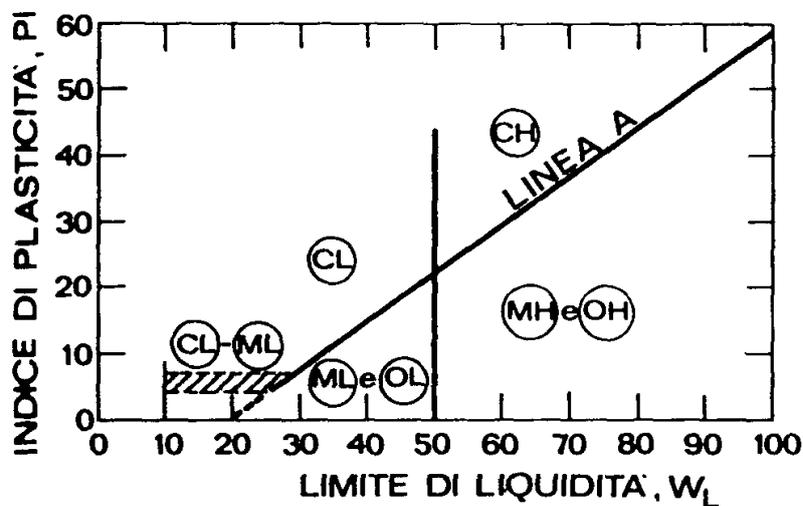


Figura 11 : Classificazione granulometrica secondo le norme ASTM

- indicazioni generali sullo stato di consistenza (per i terreni fini, argilloso-limosi a comportamento coesivo) o di addensamento (per i terreni grossolani, sabbioso ghiaiosi, a prevalente comportamento incoerente) ci si è basati innanzitutto sulle raccomandazioni A.G.I.;
- valutazione qualitativa delle principali caratteristiche tecniche (capacità portante, cedimenti prevedibili, stabilità dei versanti, stato di saturazione, ecc...) basata su dati esistenti in

letteratura per terreni dalle analoghe caratteristiche, confrontati con i rilevamenti ed osservazioni effettuate dagli scriventi.

### 8.3 CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

Sugli ammassi rocciosi più significativi si sono raccolti e riutilizzati rilievi strutturali (RS1, RS2 ed RS3) eseguiti dagli scriventi con lo scopo di definirne le caratteristiche geomeccaniche.

Per avere una indicazione di massima del comportamento meccanico degli ammassi rocciosi, comunque sottoposti all'azione antropica, ci si è basati, come previsto dalla normativa, sulla classificazione proposta nel 1980 dalla Commissione di Studio dell'International Society for Rock Mechanics (ISRM) e nota come "*Basic Geotechnical Description of Rock Masses*" (BGD).

Questa classificazione prevede di dividere zone omogenee degli ammassi rocciosi classificandole mediante cinque parametri fondamentali che sono lo spessore della stratificazione (L), la frequenza delle fratture (F), la resistenza a compressione monoassiale della roccia (S), il suo angolo di attrito residuo (A) ed infine il grado di alterazione dell'ammasso (W) (rif. figura 12).

Ad ogni parametro viene attribuito un valore da 0 a 5 (con 0 o 1 come valore migliore e 5 come valore più scadente).

L'utilizzo della classificazione BGD ha il pregio di essere basata su parametri di facile acquisizione, largamente e comunemente usati in geologia applicata, e si rivela come utile in studi su vaste aree, in cui è importante innanzitutto mettere in evidenza le proprietà meccaniche dell'ammasso roccioso.

Anche in questo caso si tratta di una classificazione generale, che non basta per risolvere il singolo problema puntuale dove andranno eseguite indagini più accurate e finalizzate.

### 8.4 CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE: DESCRIZIONE DELLE UNITÀ LITOLOGICO TECNICHE

Secondo quanto anticipato all'inizio del capitolo i raggruppamenti effettuati nell'ambito del presente studio sono da considerarsi come indicativi di comportamenti generali che andranno

INTERVALLI (cm)	SIMBOLI	TERMINI DESCRITTIVI
	L <sub>0</sub>	assenti
> 200	L <sub>1</sub>	molto spessi
60-200	L <sub>2</sub>	spessi
20-60	L <sub>3</sub>	medi
6-20	L <sub>4</sub>	sottili
< 6	L <sub>5</sub>	molto sottili

Spessore degli strati

INTERVALLI (cm)	SIMBOLI	TERMINI DESCRITTIVI
	F <sub>0</sub>	assente
> 200	F <sub>1</sub>	molto distanziata
60-200	F <sub>2</sub>	distanziata
20-60	F <sub>3</sub>	media
6-20	F <sub>4</sub>	fitta
< 6	F <sub>5</sub>	molto fitta

Frequenza delle discontinuità

INTERVALLI (Kg/cm <sup>2</sup> )	SIMBOLI	TERMINI DESCRITTIVI
> 2000	S <sub>1</sub>	molto grande
600-2000	S <sub>2</sub>	grande
200-600	S <sub>3</sub>	media
60-200	S <sub>4</sub>	piccola
< 60	S <sub>5</sub>	molto piccola

Resistenza a compressione monoassiale

INTERVALLI (°)	SIMBOLI	TERMINI DESCRITTIVI
> 45	A <sub>1</sub>	molto grande
35-45	A <sub>2</sub>	grande
25-35	A <sub>3</sub>	medio
15-25	A <sub>4</sub>	piccolo
< 15	A <sub>5</sub>	molto piccolo

Angolo di attrito residuo

Termini descrittivi	Descrizione	Simboli
Fresca	Nessuna traccia di alterazione del materiale roccia; è possibile una leggera decolorazione sulle superfici delle discontinuità maggiori	W <sub>1</sub>
Leggermente alterata	La decolorazione indica alterazioni sul materiale roccia e/o sulle superfici delle discontinuità. La decolorazione può essere presente su tutto il materiale roccia, che può essere localmente più debole che in condizioni W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
Mediamente alterata	Meno del 50% del materiale roccia è decomposto e/o disgregato in una terra. E' presente in modo discontinuo roccia fresca o decolorata	W <sub>3</sub>
Molto alterata	Più del 50% del materiale roccia è decomposto e/o disgregato in una terra. E' presente in modo discontinuo roccia fresca o decolorata	W <sub>4</sub>
Completamente alterata	Tutto il materiale roccia è decomposto e/o disgregato in una terra. La tessitura originale dell'ammasso roccioso è ancora in gran parte riconoscibile	W <sub>5</sub>

Adattata da: Int. Soc. for Rock Mech., 1978

Grado di alterazione dell'ammasso

BGD n.							
CLASSI		5	4	3	2	1	0
PARAMETRI	L						
	F						
	S						
	A						
	W						

DESCRIZIONE: L<sub>0</sub> F<sub>3</sub> S<sub>1</sub> A<sub>2</sub> W<sub>1</sub>

Esempio di classificazione

Figura 12 : tabelle per l'utilizzo della Basic Geotechnical Description (BGD)

di volta in volta verificati in funzione delle problematiche incontrate in sede di indagini di dettaglio ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni” s.m.i.

Utilizzando i criteri descritti al paragrafo precedente è stato possibile suddividere il territorio comunale nelle seguenti unità a caratteristiche geologico–tecniche sostanzialmente omogenee:

#### **UNITA' GEOTECNICA A: limi e torbe sabbioso-argillose**

DESCRIZIONE: sabbie fini limose prevalenti con ghiaie e ciottoli a matrice fine limosa scarsa o organizzata in livelli intercalati; diffusi orizzonti di torba.

FORMAZIONE GEOLOGICA: depositi glacio-lacustri fini (at)

CLASSIFICAZIONE ASTM: OH-OL, ML, CL

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI: terreni a comportamento da semicoesivo a coesivo, con stato di addensamento variabile, generalmente basso. Caratteristiche tecniche scadenti, con valori di capacità portante bassi e possibilità di cedimenti differenziali (primari e secondari) di elevata entità. Permeabilità generalmente da bassa a molto bassa. Aree localizzate legate a particolari situazioni paleo-geografiche (stagni, anse fluviali) che necessitano di indagini geognostiche finalizzate qualora direttamente interessati da manufatti. Bassa soggiacenza della falda con possibili interazioni negative con eventuali fondazioni.

#### **UNITA' GEOTECNICA B: limi e sabbie con livelli o lenti sabbioso-ghiaiose**

DESCRIZIONE: sabbie sciolte e limi con presenza di livelli o lenti ghiaioso-sabbiose e/o ciottolose anche di entità rilevante. A volte intercalazioni torbose.

FORMAZIONE GEOLOGICA: depositi fluviali, fluvio-glaciali e lacustri medio-fini (agl)

CLASSIFICAZIONE ASTM: SM, SW-SM, ML, (GW)

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI: prevalentemente terreni incoerenti fini poco addensati passanti a terreni incoerenti più grossolani con l'aumentare della profondità. Presenza di limitate lenti di terreni fini coesivi ed organici e di zone umide (fondovalle fiume Bardello) con manifestazioni sorgentizie. Permeabilità variabile, da media a molto bassa. Falda a bassa soggiacenza. Valori di resistenza alla penetrazione

dinamica bassi (generalmente inferiore ai 5 colpi/piede nei primi metri). Va effettuata attenta caratterizzazione geotecnica finalizzata qualora interessata da manufatti di una certa importanza. Da valutare con attenzione la situazione idrogeologica e le sue eventuali modifiche a seguito di interventi antropici.

**UNITA' GEOTECNICA C: sabbie limose debolmente ghiaiose con intercalazioni argillose**

DESCRIZIONE: sabbie limose prevalenti con lenti sabbiose o debolmente ghiaiose e variabile contenuto d'argilla.

FORMAZIONE GEOLOGICA: depositi fluviali, fluvio-glaciali e lacustri medio-fini (agl)

CLASSIFICAZIONE ASTM: SM.

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI: terreni incoerenti con stato di addensamento da basso a medio; la resistenza alla penetrazione dinamica è bassa nei primi metri (< 5 colpi/piede) ma aumenta progressivamente in misura maggiore rispetto all'unità B. Capacità portante non elevata; possibili cedimenti istantanei. Permeabilità per lo più bassa. Falda a profondità variabile, generalmente superiore alla zona di interazione terreno-struttura. Da valutare con attenzione la portanza dei terreni interessati da manufatti importanti ed il ruolo delle acque occasionalmente circolanti nello strato più superficiale, soprattutto nelle zone terrazzate (stabilità degli orli di terrazzo e dei fronti di scavo artificiale).

**UNITA' GEOTECNICA D: limi sabbiosi, limi argilloso-sabbiosi, limi con variabile contenuto in ghiaie e ciottoli**

DESCRIZIONE: limi sabbiosi pedogenizzati, passanti a limi argilloso-sabbiosi, ghiaiosi e ciottolosi e/o a ghiaie e sabbie limoso-ciottolose. Falda a profondità variabile, generalmente superiore alla zona di interazione terreno-struttura.

FORMAZIONE GEOLOGICA: depositi fluviali, fluvio-glaciali e lacustri medio-fini (agl)

CLASSIFICAZIONE ASTM : SC, OL, SM, ML

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI: terreni limi argilloso-sabbiosi, ghiaiosi e a profondità variabile, generalmente con genesi geologica simile ai precedenti (unità B e C), ma più antichi e quindi con strato d'alterazione più sviluppato. Valori dell'indice di plasticità dello strato più superficiale inferiori a 10. Comportamento geotecnico della parte più superficiale da scadente a discreto, con miglioramento delle condizioni procedendo verso il basso. Terreno a permeabilità da bassa a molto bassa. Valori di resistenza alla penetrazione  $q$  compresi fra 100 e 200 kPa (pocket penetrometro). Falda a profondità variabile, generalmente superiore alla zona di interazione terreno-struttura. Da valutare con attenzione la portanza dei terreni interessati da manufatti importanti ed il contributo delle acque occasionalmente circolanti in superficie.

**UNITA' GEOTECNICA E: limi ed argille a contenuto organico variabile, debolmente sabbiose o ghiaiose**

DESCRIZIONE: depositi palustri inter-glaciali costituiti da sabbie fini, limi, argille e torbe in proporzioni variabili.

FORMAZIONE GEOLOGICA: depositi fluvio-glaciali, morenici ed eluviali (fgm)

CLASSIFICAZIONE ASTM : SM, ML, OH-OL.

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI: terreni per lo più derivanti da piccoli bacini palustri interglaciali a morfologia pianeggiante. Terreni a comportamento geotecnico scadente con bassi indici di consistenza. Valori di resistenza alla penetrazione  $q$  mediamente compresi fra 50 e 100 kPa (pocket penetrometro). Falda a profondità variabile. Da valutare con attenzione la portanza dei terreni interessati da manufatti importanti ed il ruolo delle acque occasionalmente circolanti in superficie: necessitano di indagini geognostiche finalizzate qualora direttamente interessati da manufatti.

**UNITA' GEOTECNICA F: limi sabbiosi più o meno ghiaiosi e ciottolosi con blocchi sparsi e locali intercalazioni argillose**

DESCRIZIONE: morene e depositi eluvio-colluviali a varia composizione granulometrica (limi sabbiosi pedogenizzati nei primi metri più o meno ghiaiosi argillosi e ciottolosi, con blocchi, livelli torbosi, ecc.).

FORMAZIONE GEOLOGICA: depositi fluvio-glaciali, morenici ed eluviali (fgm)

CLASSIFICAZIONE ASTM : S & SM, SM, OL, GM, GW-SW, GC, (CL-ML).

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI: terreni con caratteristiche tecniche variabili, da discrete (in maggior parte) a scadenti. Falda a profondità variabile: in genere alla base della formazione, al passaggio sul substrato roccioso, in una zona costituita generalmente da ciottoli alterati in matrice sabbioso-limoso-argillosa, si ha un flusso d'acqua a regime stagionale che emerge in concomitanza degli affioramenti rocciosi. Sono prevedibili problematiche importanti relative alla stabilità dei versanti e dei fronti di scavo ed alla circolazione idrica subsuperficiale: vanno valutate con attenzione tutte le possibili modificazioni all'assetto idrogeologico esistente con le relative conseguenze (variazione regime idrico e possibilità di smottamenti superficiali). Probabilità di incontrare blocchi di dimensioni notevoli e roccia in posto durante scavi anche di profondità limitata.

**UNITA' GEOTECNICA G: substrato roccioso subaffiorante sotto forma di alternanze calcareo-marnose con locali livelli o noduli di selce**

DESCRIZIONE: alternanze calcareo-marnose con presenza più o meno marcata di noduli o livelletti di selce

FORMAZIONE GEOLOGICA: Calcarea di Moltrasio (GM) e Domaro (GD)

CLASSIFICAZIONE BGD : L2 - L4; F2 - F3; S - S2 A - A W1 - W3.

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI: substrato roccioso stratificato a immersioni di 210°-230° N; inclinazioni mediamente comprese fra 20°-40°. Indice di compressione monoassiale generalmente superiore a 120 MPa. Nei pozzetti eseguiti lo strato roccioso superiore è alterato ed interessato al tetto dalla circolazione d'acqua percolante all'interno dell'unità F. La roccia è spesso affiorante o subaffiorante (frequentemente in manifestazioni sorgentizie) e come tale può interagire con interventi di limitata profondità (si veda descrizione unità F) I principali problemi geotecnici sono ascrivibili alla presenza della copertura soprastante. La permeabilità della formazione è variabile, a seconda dello stato di fratturazione e/o carsismo dell'ammasso roccioso.

Oltre alla suddivisione preliminare in “unità geologico-tecniche” sono stati riportati in allegato:

→ indagini geognostiche e punti a stratigrafia nota: sono state ubicate le indagini geognostiche eseguite sul territorio comunale sia quelle derivate dall'archivio degli scriventi che quelle indicate su lavori e relazioni tecniche reperite presso l'U.T. comunale; le indagini sono state distinte per tipologia (simbolo e colore) e ad ognuna di esse è associata una etichetta che ne indica il numero di riferimento (appendice A);

→ situazioni di rilevanza geotecnica:

- ❑ aree con presenza di falda superficiale (a carattere locale) prossima a p.c. ovvero zone in cui la presenza di falda poco profonda può determinare problematiche nella conduzione di scavi per infiltrazioni o dove si possono verificare rapide variazioni delle proprietà meccaniche dei materiali per imbibizione degli stessi in seguito ad oscillazioni della superficie piezometrica o a fenomeni di risalita della frangia capillare;
- ❑ aree morfologicamente depresse con difficoltà di drenaggio e/o ristagni idrici (anche temporanei) e aree paludose; trattasi di aree la cui particolare conformazione morfologica tende a concentrare le acque meteoriche, determinando problematiche legate alla possibile bassa capacità portante dei materiali in seguito alla elevata compressibilità e alla generale bassa permeabilità; altre problematiche sono legate alla possibilità di imbibizione dei materiali stessi. In tali aree è quindi sconsigliata la realizzazione di nuove opere; in alternativa per opere non altrimenti localizzabili sarà necessario valutare lo spessore dei terreni scadenti ed il reale grado di addensamento;
- ❑ aree di profondo rimaneggiamento antropico (riempimenti di ex aree estrattive parzialmente o totalmente colmate, rilevati stradali e ferroviari e riporti di terreno in genere con consistente modifica dell'originario assetto litostratigrafico). In questo senso, oltre alla necessità di verifiche delle caratteristiche tecniche dei terreni presenti si evidenzia anche la necessità di procedere a specifiche valutazioni del grado di stabilità e delle eventuali modalità di messa in sicurezza dei fronti di scavo);
- ❑ aree con substrato roccioso (Calcere di Moltrasio e Domaro) a profondità ridotta o affiorante, limitate alla porzione settentrionale del territorio comunale possono presentare roccia a debole profondità; in tal senso se da un lato il substrato

roccioso integro presenta buone proprietà meccaniche dall'altro può presentare uno stato di fatturazione, stratificazione ed alterazione variabile in diverse aree del territorio comunale che possono variare considerevolmente la qualità dell'ammasso roccioso; inoltre condizioni di substrato poco profondo possono determinare implicazioni nella conduzioni di scavi con mezzi meccanici ordinari.

## 8.5 CONSIDERAZIONI GENERALI

Dal punto di vista geotecnico la zonizzazione di massima effettuata ha permesso di verificare come il territorio comunale di Cocquio Trevisago sia contraddistinto in prevalenza da due unità geologico-tecniche (Unità F: limi sabbiosi più o meno ghiaiosi e ciottolosi con blocchi sparsi e locali intercalazioni argillose e Unità G: substrato roccioso subaffiorante sotto forma di alternanze calcareo-marnose con locali livelli o noduli di selce), mentre risultano subordinate in proporzioni pressoché simili le altre unità (Unità A, B, C, D, E).

Nell'ambito delle prime due unità *ad esclusione di eventuali riporti e/o rilevati di natura antropica non noti e/o degli ambiti di versante particolarmente acclive*, non si individuano dal punto di vista esclusivamente geotecnico particolari problematiche di portanza e stabilità connesse con l'utilizzo delle aree ai fini edificatori.

In linea generale si può quindi affermare che il territorio presenta una situazione geologico-tecnica mediamente più favorevole nell'ambito dei depositi fluvio-glaciali e morenici caratteristici delle unità C, D e F; al contrario, come già accennato nella descrizione delle singole unità, esistono ulteriori suddivisioni (Unità A, B ed E), in cui s'individuano problematiche di varia natura legate alla possibilità di imbibizione dei terreni superficiali (Unità A), alla possibilità di scadenti caratteristiche geotecniche generali (Unità A, B ed E) e/o di terreni molto eterogenei di difficile previsione.

Come già accennato nella discussione della carta geomorfologica è da registrare l'esistenza di problemi di stabilità dei versanti sui pendii più acclivi sia nei terreni sciolti che nelle coperture al di sopra delle unità rocciose, soprattutto se l'intervento antropico non rispetta l'attuale situazione geomorfologica ed idrogeologica. Viceversa è possibile che, nell'area dell'unità geotecnica F, la presenza di un substrato roccioso subaffiorante, sicuramente vantaggioso dal punto di vista della stabilità e della portanza, possa creare qualche disagio nel caso si debbano eseguire scavi di una certa profondità.

Fanno eccezione alle considerazioni sopra riportate le porzioni più acclivi dove le più consistenti limitazioni sono, oltre che di natura geologico-tecnica (stabilità dei fronti di scavo), anche legate alla dinamica geomorfologica (acclività e problemi connessi al ruscellamento delle acque superficiali ed a potenziali fenomeni d'instabilità) e la presenza di aree rimaneggiate e/o in stato di abbandono che preludono alla possibilità di rinvenire riporti e/o fronti di scavo estremamente eterogenei. In queste situazioni eventuali opere che dovessero essere eseguite dovranno comunque essere precedute da accurate campagne di analisi e prove conoscitive del reale stato di addensamento dei terreni e dei loro parametri geotecnici (angolo di resistenza al taglio, densità relativa, etc.) ed idrogeologici (permeabilità dei terreni superficiali, affioramento di falde acquifere, aree di ristagno, etc.) onde poter fornire ai progettisti i necessari parametri di valutazione preliminare delle possibili problematiche riscontrabili in fase d'opera e successivamente alla realizzazione della stessa.

Si ribadisce che le indicazioni sopra fornite hanno carattere di inquadramento generale e derivano da informazioni pregresse disomogeneamente distribuite sul territorio sia per quanto riguarda la posizione che la tipologia di indagine svolta; pertanto le informazioni assunte non sono in grado di rappresentare significativamente le possibili variazioni all'interno delle differenti unità riassunte in precedenza.

Per questo motivo, pur alla luce dei dati di inquadramento generale fornito, la realizzazione di nuovi manufatti o costruzioni o la esecuzioni di significativi interventi di modifica strutturale di quanto già esistente non può prescindere dall'esecuzione di specifiche indagini finalizzate, così come peraltro prescritto dalla normativa vigente.

## **9. ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – PRIMO LIVELLO**

### **9.1 GENERALITA'**

La carta della “Zonazione sismica preliminare del territorio comunale–Analisi di primo livello” proposta in allegato 5, estesa all’intero territorio comunale e sintetizzata alla scala 1:5.000 su *data-base* topografico, è tesa al riconoscimento delle aree potenzialmente soggette ad amplificazione in relazione ad un evento sismico anche remoto.

La risposta ad una sollecitazione dinamica è funzione anche delle particolari condizioni geologiche e geomorfologiche proprie di una determinata zona; le condizioni locali possono quindi influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base (attualmente definita dalla Classificazione Sismica del territorio nazionale adottata con d.g. Regione Lombardia n. 14964 del 7 novembre 2003, in recepimento dell’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 tecniche per le costruzioni in zona sismica*”) producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell’area e, di conseguenza, negli indirizzi di pianificazione urbanistica e di progettazione degli interventi edificatori.

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull’identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

In funzione quindi delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due gruppi di effetti locali: quelli di amplificazione sismica locale (o litologici) e quelli dovuti ad instabilità.

## 9.2 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E METODI DI APPROFONDIMENTO

Il Comune di Cocquio Trevisago (rif. figura 13) secondo la riclassificazione sismica del territorio nazionale (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 tecniche per le costruzioni in zona sismica*”, pubblicata sulla G.U. n. 105 dell’8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, adottata con d.g. Regione Lombardia n. 14964 del 7 novembre 2003) ricade in zona sismica 4 (quella a minor grado di sismicità ovvero a “*bassa sismicità*”).

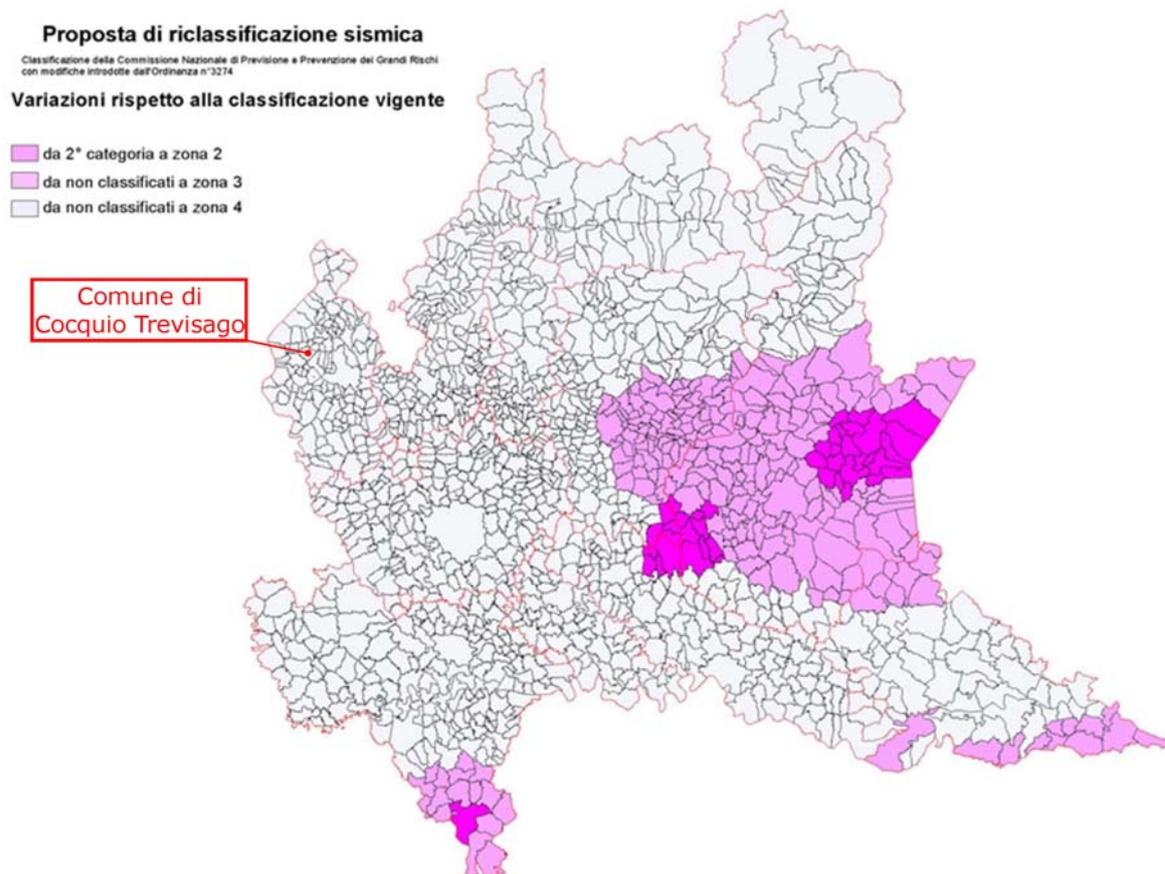


Figura 13 – classificazione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi con modifiche introdotte dall’Ordinanza n. 3274

Tale classificazione costituisce la **pericolosità sismica di base** che deve essere verificata ed approfondita, in base ai criteri dettati dalla L.R. 12/2005, in fase di pianificazione territoriale e geologica.

La metodologia per l'approfondimento e la valutazione dell'amplificazione sismica locale secondo quanto riportato nell'allegato 5 alla Deliberazione di Giunta Regionale 30 novembre 2011–n. IX/2616 prevede 3 livelli di analisi da applicarsi in funzione della zona sismica di appartenenza.

L'elaborazione della carta della pericolosità sismica locale (allegato 5) è il prodotto del completamento del I° dei tre livelli di approfondimento previsti, obbligatorio per tutti i comuni della Lombardia, ed esteso a tutto il territorio comunale (PSL); tale carta costituisce, unitamente alle prescrizioni riportate nell'analisi della Fattibilità Geologica per le azioni di Piano, la base fondamentale per gli indirizzi di pianificazione urbanistica identificando per ciascuna zona gli studi richiesti per valutare in dettaglio la risposta delle strutture alle sollecitazioni dinamiche di tipo sismico.

In questo senso ricadendo il Comune di Cocquio Trevisago in Zona 4 ed in base all'allegato 5 dei Criteri attuativi della L.R. 12/05, in fase progettuale gli approfondimenti di II° e III° livello sono obbligatori unicamente per gli edifici strategici e rilevanti di cui all'elenco in Allegato A al d.d.u.o. 21 novembre 2003-n. 19904; è comunque a discrezione dell'Amministrazione Comunale richiedere l'approfondimento in fase d'istruttoria nei casi che si ritengono opportuni non rientranti nell'elenco.

### 9.3 APPROFONDIMENTO DI I° LIVELLO – ZONAZIONE SISMICA PRELIMINARE

Per effettuare una zonazione preliminare del territorio comunale si è proceduto ad all'**analisi di primo livello** che consiste in un **approccio di tipo qualitativo** e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

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.

La base tecnica e cartografia è costituita dalle analisi di tipo geologico s.s., geomorfologico, idrogeologico e geotecnico e dai relativi Allegati descritti ai capitoli precedenti.

La discretizzazione in zone è avvenuta seguendo una *suddivisione in situazioni tipo denominate scenario di pericolosità sismica locale*, contenute nell'Allegato 5 (Carta di zonazione sismica preliminare–analisi di I° livello alla scala 1:5.000 su *data-base* topografico) e riportate nella successiva tabella 3.

<b>Sigla</b>	<b>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>EFFETTI</b>
<b>Z1a</b>	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
<b>Z1b</b>	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
<b>Z1c</b>	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
<b>Z2a</b>	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
<b>Z2b</b>	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
<b>Z3a</b>	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
<b>Z3b</b>	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
<b>Z4a</b>	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
<b>Z4b</b>	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
<b>Z4c</b>	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
<b>Z4d</b>	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
<b>Z5</b>	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 3: situazioni tipo e scenari di pericolosità sismica locale

#### 9.4 REDAZIONE DELLA CARTA DI ZONAZIONE SISMICA PRELIMINARE

Come anticipato in questa fase di studio è stata completata l'analisi di I° livello che ha portato all'elaborazione della carta "Zonazione sismica preliminare del territorio comunale–analisi di I° livello" proposta nell'Allegato 5.

Sulla base delle considerazioni emerse nel corso dell'analisi geologica, geomorfologica, idrogeologica e geologico-tecnica nell'ambito del territorio comunale di Cocquio Trevisago è stato possibile identificare alcune *situazioni tipo* corrispondenti a diversi *scenari di pericolosità sismica* ed *effetti di amplificazione prevedibili*.

La suddivisione è riportata nella seguente tabella 4, cui segue una descrizione di ciascuno scenario.

<b>DEPOSITI DI COPERTURA POTENZIALMENTE SOGGETTI AD AMPLIFICAZIONI SISMICHE</b>		
<b>SIGLA DELLO SCENARIO</b>	<b>SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>EFFETTI PREVEDIBILI</b>
<b>Z2 a</b>	<i>Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti:</i> aree interessate da attività estrattiva dismessa totalmente o parzialmente colmate con presenza potenziale di materiali rimaneggiati eterogenei scarsamente addensati; aree con occorrenza di depositi fini (sabbie fini, limi, argille e torbe in proporzioni variabili) spesso associate a ristagni di acque superficiali o presenza di falda subsuperficiale	Cedimenti
<b>Z4 a</b>	<i>Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali granulari e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi:</i> aree subpianeggianti talora debolmente ondulate del raccordo collina-pianura	Amplificazioni litologiche e geometriche
<b>Z4 b</b>	<i>Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre:</i> aree a bassa acclività corrispondenti alle zone di piede versante costituenti il raccordo collina-pianura, con presenza di coltri detritico-colluviali e falde detritiche relitte connesse ai processi di degradazione e dilavamento dei versanti o di con relitti di antichi scaricatori.	
<b>Z4 c</b>	<i>Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche):</i> zona di pertinenza dei depositi morenici e delle relative morfologie (cordoni), aree subpianeggianti o a bassa acclività corrispondenti ai terrazzi delle colline moreniche e fluvio-glaciali	

<b>ELEMENTI MORFOLOGICI POTENZIALMENTE SOGGETTI AD AMPLIFICAZIONI SISMICHE</b>		
<b>SIGLA DELLO SCENARIO</b>	<b>SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>EFFETTI PREVEDIBILI</b>
<b>Z1 a</b>	<i>Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi</i> : aree e porzioni di versanti per le quali l'analisi geomorfologica ha evidenziato processi attivi in evoluzione	Instabilità
<b>Z1 c</b>	<i>Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana</i> : aree di versante caratterizzate da elevata acclività e fianchi delle principali incisioni torrentizie che, oltre alla pendenza medio-elevata, possono essere interessate da fenomeni franosi circoscritti generati dai processi ordinari di dinamica geomorfologica	
<b>Z3 a</b>	<i>Orli di scarpata con H&gt;10 m</i> : cigli di scarpata di erosione torrentizia delle valli dei corsi d'acqua attuali e dei terrazzi morfologici stabili di origine fluvioglaciale; cigli di scarpata di aree interessate da attività estrattiva dismessa	Amplificazioni topografiche
<b>Z3 b</b>	<i>Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo</i> : creste dei cordoni morenici e crinale spartiacque del rilievo del Monte Campo dei Fiori	

Tabella 4: scenari di P.S.L. presenti nel territorio di Cocquio Trevisago

## 9.5 DESCRIZIONE DEGLI SCENARI

### **Scenario Z1a: zona caratterizzata da movimenti franosi attivi**

Comprende le aree e porzioni di versanti per le quali l'analisi geomorfologica ha evidenziato processi attivi in evoluzione (aree a franosità diffusa, crolli etc).

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di instabilità dei versanti.

Non sono richiesti approfondimenti di livello in quanto aree di inedificabilità assoluta legate alla classe IV di fattibilità geologica.

### **Scenario Z1c: zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana**

Sono state inserite in questo scenario le aree di versante caratterizzate da acclività generalmente elevata ed i fianchi delle principali incisioni torrentizie che, oltre alla pendenza medio-elevata, possono essere interessate da fenomeni franosi circoscritti generati dai processi ordinari di dinamica geomorfologica.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di instabilità dei versanti e delle sponde, con formazione di nuovi dissesti o riattivazione di quelli quiescenti e/o stabilizzati.

E' richiesto l'approfondimento di III<sup>^</sup> livello nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 (o per interventi di ampliamento qualora si tratti di edifici già esistenti) salvo limitazioni più restrittive di inedificabilità assoluta legate alla classe IV di fattibilità geologica.

### **Scenario Z2a: zone con terreni di fondazione scadenti**

In questa categoria sono state comprese le aree con scarsa capacità portante (anche potenziale) e basso grado di addensamento dei terreni corrispondenti a:

- **aree di aree di ex cava o discarica totalmente o parzialmente colmate, legate alla presenza di riporti eterogenei e scarsamente addensati:** tali aree sono contraddistinte da caratteristiche geologico tecniche scadenti, legate alla presenza di riporti eterogenei e scarsamente addensati;
- **aree con sabbie fini, limi, argille e torbe in proporzioni variabili:** tali aree sono contraddistinte da generiche caratteristiche geotecniche scadenti per effetto delle loro peculiarità litologiche, spesso ulteriormente peggiorate dalla presenza di ristagni di acque superficiali e circolazioni idriche subsuperficiale.

In caso di evento sismico l'effetto di amplificazione prevedibile è quello di insorgenza di cedimenti (densificazione e addensamento del materiale).

E' richiesto l'approfondimento di III<sup>^</sup> livello nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 (o per interventi di ampliamento qualora si tratti di edifici già esistenti) salvo limitazioni più restrittive di inedificabilità assoluta legate alla classe IV di fattibilità geologica.

### **Scenario Z3a: zona di ciglio con altezza H > 10 m**

In questa fase sono stati cartografati come elementi lineari i cigli di scarpata (naturale o di origine antropica) con altezza superiore a 10 m; bisogna tuttavia tenere presente che per definire le relative aree di influenza del fattore di amplificazione a partire da elementi lineari è necessario avere il supporto di un approfondimento di II° livello, basato sulle proposte metodologiche sintetiche della Regione Lombardia.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di amplificazioni topografiche.

In fase pianificatoria è richiesto l'approfondimento di II<sup>^</sup> solo nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 (o per interventi di ampliamento qualora si tratti di edifici già esistenti), ed il III<sup>^</sup> livello quando, a seguito dell'applicazione del II<sup>^</sup> livello, la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato superiore a  $F_a$  di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano); in alternativa all'approfondimenti di III<sup>^</sup> livello è possibile utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

### **Scenario Z3b: Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo con relative aree di possibile influenza**

Lo scenario individua come elementi lineari le porzioni di territorio quali creste dei rilievi morenici e sommità dei versanti che presentano una cresta definita da scarpate con  $H > 10$  m ed inclinazione media  $> 10^\circ$ .

Valgono considerazioni analoghe a quelle del precedente scenario Z3a

### **Scenario Z4a: Zona subpianeggiante e/o di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari**

Le porzioni di territorio comunale attribuite a questo scenario corrispondono alle aree subpianeggianti o a bassa acclività di fondovalle e di raccordo collina/pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali prevalentemente granulari, presenti essenzialmente nelle porzioni penepianeggianti di fondovalle poste a quote intermedie a partire dai 260-270 m s.l.m.

In caso di evento sismico l'effetto prevedibile è quello di amplificazioni prevalentemente litologiche e la classe di pericolosità sismica corrispondente è H2.

In fase pianificatoria è richiesto l'approfondimento di II<sup>^</sup> solo nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 (o per interventi di ampliamento qualora si tratti di edifici già esistenti) ed il III<sup>^</sup> livello quando, a seguito dell'applicazione del II<sup>^</sup> livello, la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato superiore a  $F_a$  di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano); in alternativa

all'approfondimenti di III<sup>^</sup> livello è possibile utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

#### **Scenario Z4b: Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre**

I settori di competenza di questo scenario si riferiscono alle aree a bassa acclività corrispondenti alle zone poste alla base dei versanti maggiori con presenza di coltri eluvio-colluviali e/o falde detritiche relitte. Rappresenta quelle porzioni di territorio costituenti il raccordo collina-pianura dove le variazioni litologiche risentono del processo di degradazione dei versanti e delle falde relitte.

In caso di evento sismico è prevedibile l'instaurarsi di amplificazioni legate essenzialmente alla litologia.

Le prescrizioni risultano del tutto analoghe a quelle esposte per lo scenario Z4a.

#### **Scenario Z4c: Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)**

Corrisponde alla zona di pertinenza dei depositi morenici e delle relative morfologie (cordoni), distribuiti in maggior parte alle quote maggiori, unitamente ai terrazzi fluvio-glaciali presenti alle quote intermedie; questa classe rappresenta le aree subpianeggianti o a bassa acclività corrispondenti ai terrazzi delle colline moreniche e fluvio-glaciali con presenza di depositi granulari e/o coesivi e di coltri loessiche di spessori variabili.

Sono comprese in questo scenario vaste porzioni dei terrazzi che costituiscono i ripiani altimetricamente più elevati, localizzati soprattutto nel settore centrale del territorio comunale.

In caso di evento sismico è prevedibile l'instaurarsi di amplificazioni legate essenzialmente alla litologia.

Le prescrizioni risultano del tutto analoghe a quelle esposte per lo scenario Z4a.

## **9.6 EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE**

In questo paragrafo viene proposto per completezza l'elenco tipologico degli edifici strategici e rilevanti di cui al D.d.u.o. 21 novembre 2003 - n. 19904 che, per i Comuni ricadenti

in Zona 4 come è il caso di Cocquio Trevisago, devono essere sottoposti ai successivi livelli di approfondimento II° e III° in fase progettuale.

*Allegato A al D.d.u.o. 21 novembre 2003 - n. 19904 - Elenco degli edifici e delle opere di competenza regionale art. 2 comma 3 o.p.c.m. n. 3274/03 (... «edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile – edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso»...)*

## **1. EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE**

*Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile*

### EDIFICI

- a) Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione regionale (\*);
- b) Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione provinciale (\*);
- c) Edifici destinati a sedi di Amministrazioni comunali (\*);
- d) Edifici destinati a sedi di Comunità Montane (\*);
- e) Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.);
- f) Centri funzionali di protezione civile;
- g) Edifici ed opere individuate nei piani d'emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
- h) Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione;
- i) Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali (\*\*);
- j) Centrali operative 118.

## **2. EDIFICI ED OPERE RILEVANTI**

*Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso*

## EDIFICI

- a) Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori;
- b) Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere;
- c) Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n. 3685 del 21 ottobre 2003;
- d) Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.);
- e) Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio (\*\*\*) suscettibili di grande affollamento.

(\*) Prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.

(\*\*) Limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.

(\*\*\*) Il centro commerciale viene definito (d.lgs. n. 114/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.).

## OPERE INFRASTRUTTURALI

- a) Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade «strategiche» provinciali e comunali non comprese tra la «grande viabilità» di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate «strategiche» nei piani di emergenza provinciali e comunali;
- b) Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane);
- c) Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;

- d) Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica;
- e) Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.);
- f) Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali;
- g) Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione);
- h) Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi;
- i) Opere di ritenuta di competenza regionale.

## 9.7 INDICAZIONI SULLE MODALITA' DI APPROFONDIMENTO

### 9.7.1 IL 2° ED IL 3° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il 2° livello si applica in fase pianificatoria a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4), relativamente agli edifici di cui al precedente paragrafo.

La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione ( $F_a$ ); gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di  $F_a$ .

Il valore di  $F_a$  si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di  $F_a$  sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

La procedura di 2° livello fornisce, per gli effetti litologici, valori di  $F_a$  per entrambi gli intervalli di periodo considerati, mentre per gli effetti morfologici solo per l'intervallo 0.1-0.5 s: questa limitazione è causata dall'impiego, per la messa a punto della scheda di valutazione, di

codici di calcolo di tipo bidimensionale ad elementi di contorno che sono risultati più sensibili all'influenza del moto di input nell'intervallo di periodo 0.5-1.5 s.

Limitatamente agli scenari individuati nell'ambito del territorio comunale il 3° livello andrà previsto in fase progettuale per scenari qualitativi suscettibili di instabilità (Z1c), cedimenti e/o liquefazioni (Z2), per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di  $F_a$  superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello.

Il livello 3° si applica 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 o sociali essenziali.

I risultati delle analisi di 3° livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.

#### *9.7.2 PROCEDURA SEMPLIFICATA DI 2° LIVELLO PER AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE: SCENARI Z4A, Z4C*

In fase pianificatoria per gli scenari Z4a, (Z4b), Z4c relativi a potenziali amplificazioni sismiche legate alla litologia è da prevedere un approfondimento di 2° livello.

La procedura semplificata di 2° livello, basata sull'utilizzo per confronto di n. 5 schede-tipo redatte dalla Regione Lombardia e riportate nell'allegato 5 ai criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T, 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 tra quelle proposte.

Attualmente sono disponibili:

- una scheda per le litologie prevalentemente ghiaiose;
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-argillose (tipo 1 e tipo 2);
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose (tipo 1 e tipo 2);
- una scheda per le litologie prevalentemente sabbiose.

Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di  $V_s$  con la profondità; in particolare si dovrà verificare l'andamento delle  $V_s$  con la profondità partendo dalla scheda tipo 1, nel caso in cui non fosse verificata la validità per valori di  $V_s$  inferiori ai 600 m/s si passerà all'utilizzo della scheda tipo 2.

Nel caso di presenza di alternanze litologiche, che non presentano inversioni di velocità con la profondità, si potranno utilizzare le schede a disposizione solo se l'andamento dei valori di  $V_s$  con la profondità, nel caso da esaminare, risulta compatibile con le schede proposte.

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della profondità e della velocità  $V_s$  dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di  $F_a$  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 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  $V_s$  è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

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

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

Il valore di  $F_a$  determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale e dovrà essere 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  $F_a$  ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato pre-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.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (*soglie\_lomb.xls*) 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  $F_a$  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  $F_a$  ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di  $F_a$  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);
- il valore di  $F_a$  è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

La scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di  $V_s$ , utilizzati nella procedura di 2° livello deve essere opportunamente motivata e a ciascun parametro utilizzato deve essere assegnato un grado di attendibilità.

### 9.7.3 PROCEDURA SEMPLIFICATA DI 2° LIVELLO PER AMPLIFICAZIONI MORFOLOGICHE: SCENARIO Z3A, Z3B

La procedura semplificata di 2° livello per amplificazioni morfologiche relativamente allo scenario Z3a è valida per irregolarità con fronti di altezza (H) uguale o superiore a 10 m ed inclinazione ( $\alpha$ ) del fronte principale uguale o superiore ai 10°.

Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una Vs maggiore o uguale ad 800 m/s.

In funzione della tipologia del fronte superiore si distinguono:

- scarpate ideali con fronte superiore orizzontale;
- scarpate in pendenza con fronte superiore inclinato nello stesso senso del fronte principale;
- scarpate in contropendenza con fronte superiore inclinato nel senso opposto a quello del fronte principale.

La misura dell'altezza H è da intendersi come distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale, mentre il fronte superiore è da definire come distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica.

Sono da considerare scarpate solo quelle situazioni che presentano:

- un fronte superiore di estensione paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15-20 m;
- l'inclinazione ( $\beta$ ) del fronte superiore inferiore o uguale ad un quinto dell'inclinazione ( $\alpha$ ) del fronte principale, nel caso delle scarpate in pendenza (per  $\beta > \frac{1}{5}\alpha$  la situazione è da considerarsi pendio);
- il dislivello altimetrico minimo (h) minore ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H), nel caso di scarpate in contropendenza (per  $h \geq \frac{1}{3}H$  la situazione è da considerarsi una cresta appuntita – cfr. scenario Z3b).

Di seguito (figura 14) si riporta lo schema identificativo e le tipologie delle situazioni di scarpata da prendere in considerazione per lo scenario Z3a:

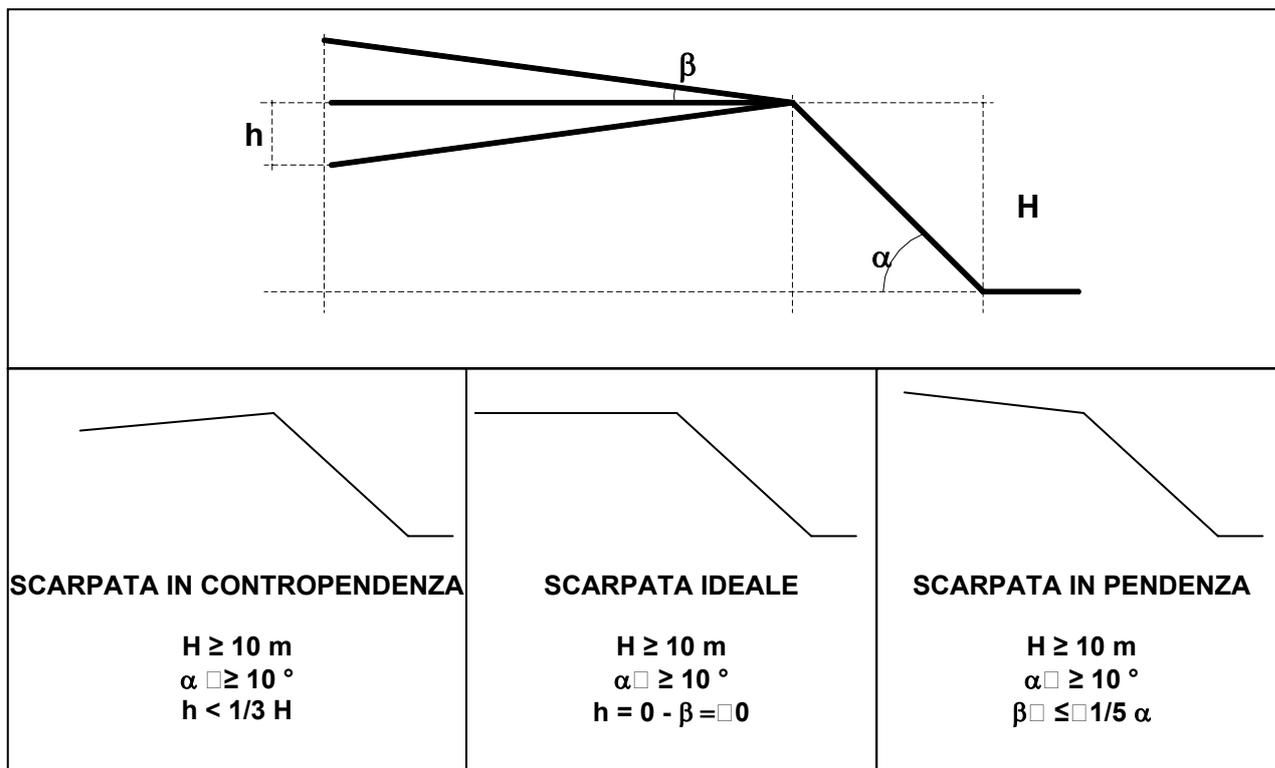


Figura 14: schema identificativo e tipologie delle situazioni di scarpata

Sulla base delle diverse situazioni di scarpata esistono in Allegato 5 dei criteri attuativi della L.R. 12/05 (e s.m.i.) modelli caratterizzati da diverse altezze H, diverse inclinazioni  $\alpha$  e del fronte principale e diversa tipologia del fronte superiore dei quali è stato pre-calcolato l'andamento del valore del Fattore di amplificazione per l'intervallo di periodo compreso tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s lungo il fronte superiore, identificando anche l'area di influenza ( $A_i$ ) dei fenomeni di amplificazione sismica (tabella 5):

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di $F_a$	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	$A_i = \sqrt[3]{4} H$
$H > 40\text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	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	

Tabella 5: variazione del Fattore di amplificazione  $F_a$  e dell'area di influenza in funzione delle diverse situazioni di scarpata

Anche in questo caso, i valori di  $F_a$  ottenuti con la procedura semplificata descritta dovranno essere utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

Per quanto concerne la procedura semplificata per lo scenario di zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Z3b) questa è caratterizzata da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai  $10^\circ$ ; il rilievo è identificato sulla base di cartografie a scala almeno 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 ( $H$ ) (scheda di valutazione).

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 (figura15):

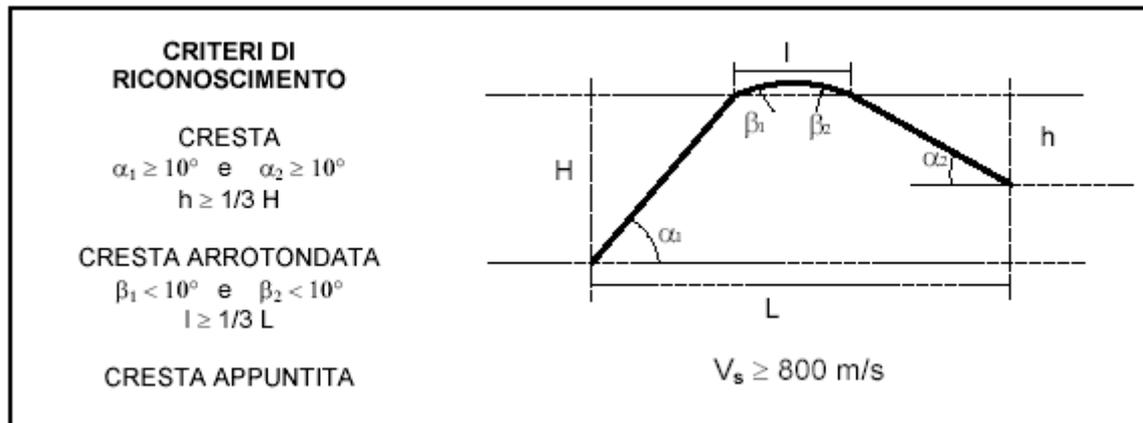


Figura 15: effetti morfologici – creste - scenario Z3b

- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta (l) molto inferiore alla larghezza alla base (L) (cresta appuntita);
- 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 0.1-0.5 s, in base al valore del coefficiente di forma H/L.

Il valore di  $F_a$  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  $F_a$  a 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  $F_a$  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 in formato .xls (*soglie\_lomb.xls*) 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  $F_a$  con la scheda 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  $F_a$  ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di  $F_a$  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 morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);
- il valore di  $F_a$  è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

Nel caso di presenza contemporanea di effetti litologici (Z4) e morfologici (Z3) si analizzeranno entrambi i casi e si sceglierà quello più sfavorevole.

#### 9.7.4 PROCEDURA APPROFONDITA DI 3° LIVELLO PER INSTABILITÀ: SCENARIO Z1-C

L'analisi di 3° livello per potenziali effetti di instabilità prevede, a seguito della caratterizzazione ed identificazione dei movimenti franosi, la quantificazione della loro

instabilità intesa come la valutazione degli indici di stabilità in condizioni statiche, pseudostatiche e dinamiche attraverso un approccio di tipo puntuale, finalizzato cioè alla quantificazione della instabilità di singoli movimenti franosi.

Le fasi, i dati e le metodologie necessarie per l'effettuazione di queste analisi e valutazioni sono distinte per tipologia di movimenti franosi.

In particolare per i movimenti franosi tipo scivolamenti (rotazionali e traslazionali) cui possono corrispondere quelli presenti nelle aree di Cocquio Trevisago comprese in questo scenario, le procedure possono essere così schematizzate:

- individuazione delle sezioni geologiche e geomorfologiche che caratterizzano il corpo franoso, le sue geometrie, gli andamenti delle superfici di scivolamento, dei livelli di falda, finalizzati alla ricostruzione di un modello geologico interpretativo del movimento franoso;
- individuazione dei parametri geotecnici necessari all'analisi: il peso di volume ( $\gamma$ ), l'angolo di attrito ( $\Phi$ ) nei suoi valori di picco e residuo e la coesione ( $c$ ) nei suoi valori di picco e residuo (nel caso si adotti il criterio di rottura di Mohr-Coulomb);
- individuazione degli accelerogrammi di input nel caso di analisi dinamiche;
- analisi numeriche: diversi sono i modelli numerici che possono essere utilizzati per il calcolo della stabilità; tali codici, più o meno semplificati (es. metodo dei conci, metodo ad elementi finiti, ecc.), forniscono la risposta in termini di valori del fattore di sicurezza ( $F_s$ ) in condizioni statiche, in termini di valori del coefficiente di accelerazione orizzontale critica ( $K_c$ ) in condizioni pseudostatiche ed in termini di spostamento atteso in condizioni dinamiche. L'applicazione dei diversi modelli dipenderà chiaramente dalle condizioni geologiche del sito in analisi e dal tipo di analisi che si intende effettuare.

I risultati, ottenuti per ogni movimento franoso o per ogni area potenzialmente franosa, forniranno i livelli di pericolosità a cui è sottoposta l'area in esame: in particolare i valori del fattore di sicurezza forniscono indicazioni sulla stabilità dell'area considerando un ben preciso stato del sito di analisi non tenendo in conto la contemporanea variazione di alcuni parametri quali contenuto d'acqua e carichi agenti (pioggia, terremoto, azioni antropiche, ecc); il coefficiente di accelerazione orizzontale critica fornisce invece la soglia di accelerazione al suolo superata la quale l'area stabile diviene instabile in occasione di un terremoto; infine lo spostamento atteso fornisce indicazioni sull'area di influenza del movimento franoso ed una misura di quanto l'accadimento di un evento sismico può modificare la situazione esistente.

## PARTE II – FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE

### 10. CARTA DEI VINCOLI

In ottemperanza alle disposizioni della normativa vigente sulla carta dei vincoli proposta in Allegato 6, redatta su tutto il territorio alla scala 1:5.000 su data-base topografico, sono state perimetrare le principali limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, ed in particolare:

- vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89;
- vincoli di polizia idraulica;
- aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.

#### 10.1 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/1989

Per quanto riguarda i vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89 (cfr. Parte 2 - Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata) dalla consultazione della cartografia del Geoportale regionale sono state individuate:

- Aree a pericolosità media o moderata per esondazione e dissesti di carattere torrentizio (Em) (Art. 9 comma 6bis N.d.A. P.A.I.);
- Aree di frana attiva non perimetrata (Fa) (Art. 9 comma 2 N.d.A. P.A.I.).

Le limitazioni

#### 10.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Con l'entrata in vigore della Deliberazione della Giunta Regionale del 25 gennaio 2002 n. 7/7868 "Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il Reticolo Idrico Minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della l.r. 1/2000 – Determinazione dei canoni di polizia idraulica" ss.mm.ii. (da ultimo la D.g.r. 25 ottobre 2012 - n. IX/4287 'Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei

canoni di polizia idraulica'), viene demandata ai Comuni o alle Comunità Montane la funzione di definire il reticolo idrografico superficiale facente parte del Reticolo Idrico Minore, di propria competenza, per il quale si dovrà provvedere allo svolgimento delle funzioni di manutenzione ed alla adozione dei provvedimenti di polizia idraulica; parimenti, i Comuni/Comunità Montane divengono peraltro beneficiari dei proventi derivanti dall'applicazione dei canoni di polizia idraulica.

In allegato 6 sono pertanto state riportate le fasce di rispetto come individuate nello studio "Determinazione del reticolo idrico minore" – A.T.P. Dott. Ing. Antonino Bai, Dott. Geol. Roberto Carimati e Dott. Geol. Giovanni Zaro, integrazioni vs 01 novembre 2010" svolto per conto della Comunità Montana Valli del Verbano a seguito dell'avviamento dello studio teso alla determinazione del Reticolo Idrico Minore che insiste sul territorio di competenza.

Alla data di redazione del presente rapporto lo studio teso all'individuazione del Reticolo Idrico Principale e Minore insistente sul territorio della Comunità Montana Valli del Verbano risulta in itinere e quindi subordinato ad espressione di parere di conformità da parte dell'Autorità competente.

***Le norme relative al Reticolo Idrico Minore (rif. allegato 9) e le relative fasce di rispetto e di attenzione come proposte in allegato 6, ferma restando la loro preventiva approvazione da parte della Sede Territoriale della Regione Lombardia competente per territorio, entrano in vigore a posteriori dell'avvenuta esecutività della delibera di recepimento da parte dell'Ente gestore per quanto di propria competenza e dovranno essere recepite quale variante ai vigenti strumenti urbanistici.***

***Sino alla avvenuta esecutività dell'atto di approvazione del Reticolo Idrico Minore e alla definizione delle fasce di rispetto e delle attività vietate o soggette ad autorizzazione, su tutte le acque pubbliche come definite dalla Legge 36/94 e dal relativo regolamento, valgono le disposizioni di cui al R.D. 523/1904.***

Le predette fasce di rispetto si devono intendere misurate a partire dal piede arginale esterno (figura 16, caso a) o, in assenza di argini in rilevato, dalla sommità della sponda incisa (figura 16, caso b).

Nel caso di sponde stabili, consolidate o protette, la distanza può essere calcolata con riferimento alla linea individuata dalla piena ordinaria (figura 16, caso c).

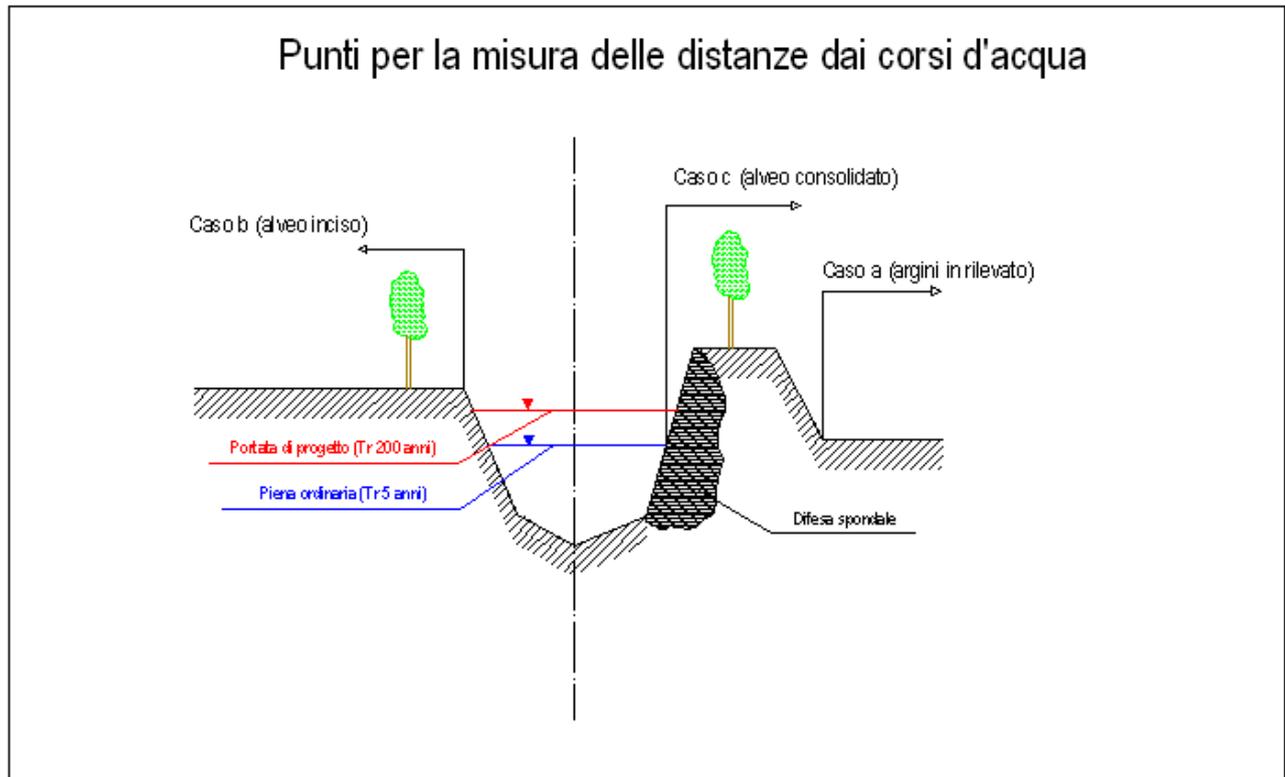


Figura 16 - Sezione tipo di alveo fluviale con individuazione dei punti per la misurazione delle distanze.

### 10.3 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

L'acquedotto comunale di Cocquio Trevisago, gestito dalla *Metanifera di Gavirate s.r.l.*, è alimentato da pozzi e da sorgenti secondo l'elenco di seguito proposto:

- sorgenti n. 1.1, 1.2, 1.3 "Onizze";
- pozzi "Onizze" perforati in prossimità della vasca di accumulo;
- sorgenti n. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 "Viganella";
- sorgenti n. 3.1, 3.2 "Intelo";
- pozzo "Viganella";
- pozzo di via Marconi (ex-Mascioni) (cod. provinciale 12007023,000) in territorio comunale di Azzio.

Relativamente ai soli pozzi ad uso idropotabile dell'acquedotto comunale (Viganella e pozzi del campo "Onizze") sono state perimetrare:

- la zona di tutela assoluta costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni [...] deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio; in particolare è stato identificato sia il cerchio di raggio pari a 10 m sia la zona di tutela effettivamente realizzata attorno al pozzo (area recintata);
- la zona di rispetto costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata definita secondo il criterio geometrico avente cioè un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione.

Con riferimento alle sorgenti (rif. *Prot. 1545 del 20 giugno 2007* Autorità A.T.O. di Varese) sono state individuate:

- sorgenti "Viganella" n. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 e 2.6 fascia definita secondo il criterio geometrico (cerchio di raggio pari a 200 m verso monte tagliato a valle sull'isoipsa passante per il punto di captazione);
- sorgenti "Onizze" n. 1.1, 1.2, 1.3 fascia di rispetto definita secondo il criterio idrogeologico;
- sorgenti "Intelò" n. 3.1, 3.2 fascia di rispetto definita secondo il criterio idrogeologico.

Sulla carta sono state riportate anche la zona di rispetto definita secondo il criterio geometrico delle captazioni ad uso idropotabile a servizio dei comuni confinanti (Gemonio) che insistono parzialmente sul territorio di Cocquio Trevisago.

Per quanto concerne l'elenco delle attività vietate all'interno delle zone di tutela assoluta e di rispetto si rimanda allegato 10 "Norme Geologiche di Piano".

#### 10.4 ALTRI VINCOLI

A titolo puramente conoscitivo si ricorda che sul territorio comunale insistono, oltre a quelli sopra indicati, i seguenti vincoli derivanti dalla pianificazione sovraordinata di tipo paesistico-ambientale (non rappresentati graficamente in allegato 6):

- vincolo determinato dalla presenza del Parco Regionale del Campo dei Fiori per il quale la normativa è quella prevista dal “Piano territoriale di coordinamento del Parco naturale Campo dei Fiori” ex L.R. 9 aprile 1994, n. 13 (in particolare il titolo 3 - Art. 31 “Norme di tutela geologica ed idrogeologica” ed il relativo “Piano di Settore di tutela geologica e idrogeologica” del 2000, redatto dai Dott.i Uggeri e Mauri);
- vincolo determinato dalla presenza dei Siti di Importanza Comunitaria, così come proposti e normati dalla D.G.R. n. VII/14106 del 8.08.2003, denominati C3 “Versante Nord del Campo dei Fiori” e C4 “Grotte del Campo dei Fiori”;
- Vincolo paesaggistico diretto (rif. D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi art. 10 Legge 6 luglio 2002, n. 137" G. U. n. 45 del 24 febbraio 2004 – S. O. n. 28 Art. 142. “Aree tutelate per legge”) lettera c) “i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua [...] e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna” (rif. Sistema Informativo Beni Ambientali - S.I.B.A. - della Regione Lombardia);
- Vincolo idrogeologico, così come definito dall’art. 1 R.D. n. 3267/1923.

## 11. CARTA DI SINTESI

La carta di sintesi (allegato 7) alla scala 1:5.000 sintetizzata su data-base topografico è stata redatta su tutto il territorio comunale, valutando comunque anche i territori limitrofi al fine di escludere la presenza di elementi o processi che possano determinare interazioni negative sul territorio di indagine.

Tale carta è stata elaborata attraverso l'incrocio e la sovrapposizione ragionata di tutti gli elementi individuati nelle precedenti fasi analitiche (analisi geologica, geomorfologica, idrogeologica e geologico-tecnica).

Obiettivo dell'allegato è quello di fornire un quadro riassuntivo dello stato dell'area al fine di procedere a valutazioni diagnostiche ed in particolare “... la carta di sintesi rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che la genera”; come tale “sarà costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica omogenee”.

Evidentemente la possibile sovrapposizione fra più poligoni individua settori a pericolosità/vulnerabilità determinata da più fattori limitanti.

Di seguito vengono riprese puntualmente le diverse voci individuate in legenda secondo la classificazione proposta dalla D.G.R. 22.12.2005 n. VIII/1566 ss.mm.ii.

### 11.1 AREE CHE PRESENTANO CARATTERISTICHE GEOTECNICHE SCADENTI

Individuano le porzioni di territorio che, per caratteristiche litologiche (depositi fini e/o organici) spesso associate a condizioni di falda poco profonda, presentano bassi valori di capacità portante con possibilità di cedimenti anche rilevanti e immediati nel caso di strutture poggianti direttamente nei primi strati di terreno.

In particolare si tratta delle seguenti unità geologico-tecniche:

- **UNITA' A: Limi e torbe sabbioso-argillose**, contraddistinta da caratteristiche geologico tecniche scadenti legate alla presenza di depositi fluvio-lacustri a comportamento da semicoesivo a coesivo e stato di addensamento variabile, generalmente basso, e possibile falda a profondità limitata o prossima a piano campagna.

- **UNITA' B: Limi e sabbie con livelli o lenti sabbioso-ghiaiose**, contraddistinta da depositi fluviali, fluvio-glaciali e lacustri medio-fini, prevalentemente incoerenti e poco addensati, con presenza di limitate lenti di terreni fini coesivi ed organici e di zone umide (fondovalle fiume Bardello) con falda a bassa soggiacenza.

- **UNITA' E: Limi ed argille a contenuto organico variabile, debolmente sabbiose o ghiaiose**, contraddistinta da caratteristiche geologico tecniche scadenti, legate alla presenza di depositi fluvio-glaciali, morenici ed eluviali per lo più derivanti da piccoli bacini palustri interglaciali a morfologia pianeggiante. Terreni a comportamento geotecnico scadente con bassi indici di consistenza e falda a profondità variabile.

## 11.2 FORME E PROCESSI E LEGATI ALLE ACQUE SUPERFICIALI

Nell'ambito di questa tipologia di vulnerabilità sono stati compresi i seguenti elementi caratterizzanti:

- aree a possibile ristagno idrico e/o drenaggio difficoltoso; area paludosa: individuano settori che si trovano in condizioni falda (anche a carattere locale) subaffiorante o con acque in genere stagnanti o quasi (deflusso molto lento);

- zone depresse soggette ad alluvionamenti periodici ed a confluenza delle acque superficiali: trattasi di aree particolarmente evidenti in due porzioni di territorio poste lungo l'asta idrica del Fiume Bardello dove, in occasione di fenomeni eccezionali, si verificano alluvionamenti delle campagne circostanti.

- solchi di erosione concentrata: morfologie associate all'azione erosiva concentrata e localizzata da parte delle acque di scorrimento superficiale lungo direzioni preferenziali, in genere non corrispondenti a impluvi veri e propri, su versanti particolarmente ripidi o in corrispondenza di alcune vie preferenziali di deflusso, come sentieri boschivi o carrarecce. Frequentemente non si riesce ad individuare una vera e propria terminazione del solco (spesso tali incisioni terminano bruscamente all'intersezione con un sentiero o altre percorrenze o tendono ad esaurirsi progressivamente man mano che diminuisce l'acclività del pendio).

- erosione di sponda.

### 11.3 FORME E PROCESSI LEGATI ALLA GRAVITA'

Nell'ambito di questa tipologia di fenomeno sono stati compresi i seguenti elementi attivi caratterizzanti:

- aree a franosità diffusa: si riferiscono a particolari situazione di rischio, soprattutto per l'oggettiva possibilità di smottamenti e/o colamenti di materiale di varia entità;
- orli di degradazione e/o nicchia di frana in potenziale arretramento, individuati in corrispondenza di alcuni cigli di scarpata posti in prossimità dei versanti a maggior sviluppo verticale, soprattutto nella parte montana. L'evoluzione è favorita dalla presenza di depositi eluvio-colluviali o di materiale fine limoso-sabbioso facilmente erodibile e dalla condizione di locale non equilibrio del ciglio della scarpata stessa per via dell'acclività. In altri casi tali evidenze di arretramento del ciglio sono in parte mascherate dalla folta vegetazione; la loro riattivazione può avvenire in corrispondenza di eventi particolarmente intensi e/o di modifiche antropiche allo stato dei luoghi;
- piccoli fenomeni franosi non fedelmente cartografabili, che rappresentano situazioni di dissesto puntuale di varia tipologia ma di dimensioni contenute.

### 11.4 FORME E PROCESSI LEGATI ALLE ACQUE SOTTERRANEE

Sono state individuate le situazioni, accertate o potenziali, in cui si riscontrano acque di falda poco profonde o prossime a piano campagna corrispondenti generalmente sia a porzioni di fondovalle che a bacini intermorenici.

## 12. PREVENZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

In ottemperanza a quanto prescritto all'Art. 84 delle N.d.A. del PTCP, partendo dall'esame della tavola RIS 3 "carta della pericolosità frane", è stato condotto uno studio di approfondimento esteso all'intero territorio comunale al fine di verificare i contenuti delle tavole suddette ed attestare l'effettiva pericolosità delle aree catalogate sulla base di osservazioni puntuali e di maggiore dettaglio.

I risultati di questa elaborazione trovano riscontro in allegato 8 "Carta della zonazione della pericolosità da frana", redatto alla scala 1:5.000 su data-base topografico ed esteso a tutto il territorio comunale.

Lo studio di approfondimento è stato eseguito secondo i contenuti dell'allegato 2 della Deliberazione Giunta regionale 22 dicembre 2005 - n. 8/1566 secondo una procedura articolata in due parti la prima delle quali prende in considerazione le frane già avvenute e la seconda le aree in cui non sono attualmente conosciute frane.

Di seguito verranno illustrati in maniera sintetica i criteri fondamentali seguiti per la definizione della pericolosità.

Per quanto concerne le frane esistenti (censite e catalogate negli archivi cartografici o di nuova istituzione) queste vengono classificate in base al loro stato di attività, discriminando fra attive (attualmente in movimento o mossesi nell'ultimo ciclo stagionale), quiescenti (riattivabili dalle loro cause originali tuttora esistenti), inattive (non più influenzate dalle loro cause originali ove note), relitte (sviluppatasi in condizioni geomorfologiche e climatiche considerevolmente diverse dalle attuali).

Lo stato di attività così definito consente l'attribuzione della relativa classe di pericolosità:

- frana attiva – pericolosità H5;
- frana quiescente – pericolosità H4 se vi sono stati movimenti negli ultimi 10 anni o pericolosità H3 se non vi sono stati movimenti negli ultimi 10 anni;

- frana inattiva – pericolosità H2;
- frana relitta – pericolosità H1.

Nel caso in cui una frana (inattiva o quiescente) si riattivi parzialmente alla porzione riattivata va attribuito il valore di pericolosità 5; se la frana mostra una serie di indizi che possano indicare un'imminente riattivazione il valore di pericolosità deve essere aumentato di 1.

Relativamente al territorio comunale di Cocquio Trevisago si evidenzia che:

- sulla base dell'esame della tavola RIS3 del PTCP a larga parte del territorio comunale viene attribuita una pericolosità per frana da molto bassa a bassa; limitatamente alla porzione più orientale, in corrispondenza della porzione altimetricamente più elevata del versante del Monte Campo dei Fiori, viene attribuita una pericolosità media;

- dalla consultazione degli archivi regionali e della cartografia PAI risultano censiti fenomeni di scivolamento limitatamente alla porzione di alveo a N del rilievo del Monte Morto e, marginalmente, il dissesto a N di Armino in comune di Gavirate;

- i rilievi sul terreno non hanno evidenziato fenomeni attivi gravi o rilevanti; le manifestazioni più importanti sono legate a fenomeni ordinari di tipo gravitativo che interessano i depositi di copertura su substrato roccioso poco profondo o episodi puntuali di crollo di singoli blocchi in corrispondenza dei principali affioramenti o scarpate rocciose.

## 12.1 ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GENERATA DA COLATE DI TERRENO E DA SCIVOLAMENTI CHE EVOLVONO IN COLATE

Relativamente alle aree in cui non sono attualmente conosciute frane la mappatura dell'indice di stabilità è stata ottenuta mediante il codice di calcolo SINMAP, acronimo di *Stability Index Mapping* (Pack, D.G. Tarboton e C.N. Goodwin – 1998) che si basa sul modello di stabilità di un pendio infinito che bilancia la componente destabilizzante della gravità con le componenti stabilizzanti di angolo di attrito e coesione su un piano inclinato, infinitamente esteso, parallelo alla superficie del versante.

Il fattore di sicurezza, FS, è dato dalla seguente equazione:

$$FS = \frac{C_r + C_s + c \cos^2 \theta [\rho_s g (D - D_w) + (\rho_s g - \rho_w g) D_w] \tan \phi}{D \rho_s g \sin \theta \cos \theta}$$

in cui

Cr e Cs sono rispettivamente la coesione delle radici e del terreno;

$\theta$  è l'angolo di inclinazione del pendio;

ps e pw sono rispettivamente il peso di volume del terreno e dell'acqua;

D è la verticale, rispetto al piano di inclinazione, dello strato di terreno;

Dw è la verticale, rispetto al piano di inclinazione, della tavola d'acqua;

g è la forza di gravità;

$\Phi$  è l'angolo di resistenza al taglio del terreno.

I dati geomeccanici di input (coesione, angolo di resistenza al taglio, peso di volume) vengono ricavati da dati stratigrafici diretti (sondaggi, prove penetrometriche, etc.) o, dove questi non siano disponibili, vengono assegnati su base formazionale.

Viene inoltre utilizzato il parametro T/R (dove T è la trasmissività e R sono le piogge efficaci) che considera le caratteristiche idrogeologiche dell'intera zona di studio.

Per la definizione preliminare dei parametri geotecnici è stata presa come base di riferimento la carta di prima caratterizzazione geologico-tecnica (allegato 4).

Con riferimento alla pendenza è stato ricostruito il modello digitale (DEM) individuando cinque classi di acclività (A):

classe I:  $A \leq 13^\circ$ ;

classe II:  $14^\circ < A \leq 25^\circ$ ;

classe III:  $26^\circ < A \leq 38^\circ$ ;

classe IV:  $39^\circ < A \leq 50^\circ$ ;

classe V:  $51^\circ < A \leq 90^\circ$ .

Per ciascuna delle aree omogenee ricavate dall'intersezione delle unità litologiche omogenee con le classi di acclività il modulo SINMAP effettua il calcolo dell'indice di stabilità (fattore di sicurezza) dal cui valore si ricava il grado di pericolosità preliminare secondo il seguente schema:

Fs = 1.40 - 2.00 - pericolosità preliminare = H2

Fs = 1.20 - 1.40 - pericolosità preliminare = H3

Fs = 1.00 - 1.20 - pericolosità preliminare = H4.

Per valutare la pericolosità finale dell'area vanno prese in considerazione le possibili concentrazioni d'acqua, legate principalmente a:

- livelli argillosi o variazioni di permeabilità nel terreno;
- interventi antropici (muretti a secco, canalette, tornanti stradali, fossi, scarichi, etc.);
- condizioni morfologiche sfavorevoli (impluvi, vallecole, solchi di erosione concentrata, aree depresse, ...).

Se viene verificata almeno una di queste condizioni, va delimitata la zona di influenza del fenomeno in base alla morfologia del pendio e la pericolosità preliminare andrà aumentata di uno rispetto a quella dell'area omogenea nella quale si situa.

Per contro in presenza di opere di sistemazione delle aree in frana queste andranno valutate nella loro efficacia e nella loro efficienza (stato di manutenzione); nel caso in cui l'effetto globale delle opere venga valutato positivamente, il valore di pericolosità andrà diminuito di 1.

Dall'esame dell'allegato 8 si evidenzia quanto segue:

- relativamente alla suscettività all'innescio di fenomeni di scivolamento interessanti i depositi incoerenti di copertura le simulazioni evidenziano potenziali condizioni di pericolosità con grado da medio a elevato limitatamente alle porzioni maggiormente acclivi ovvero il versante del Monte Campo dei Fiori (con le relative incisioni torrentizie) e le scarpate di raccordo fra i terrazzi di diverso ordine;
- le aree attualmente edificate e tutta la porzione centro occidentale del territorio comunale, data la conformazione morfologica praticamente subpianeggiante, è caratterizzata da un grado di pericolosità da molto basso a praticamente nullo.

## 12.2 OPERE DI MITIGAZIONE

Si propone di seguito un elenco tipologico dei principali interventi di difesa attiva/passiva applicabili per la prevenzione/sistemazione di fenomeni dissestivi in funzione della tipologia di questi ultimi.

<b>frane da scivolamento in materiali incoerenti</b>	<b>opere per il controllo dell'erosione superficiale</b>	<b>rivestimenti antierosivi con materiali biodegradabili</b> <i>biotessili (bioreti, biofeltri); biostuoie</i>
		<b>rivestimenti antierosivi con materiali sintetici</b> <i>geostuoie tridimensionali;                      geocompositi;                      rivestimenti vegetativi; geocelle</i>
		<b>inerbimenti</b> <i>semina a spaglio;                      zolle erbose;                      idrosemina</i>
		+
	<b>opere di stabilizzazione superficiale</b>	<i>piantumazioni;                      fascinate vive;                      viminate e palizzate vive;                      palificate vive;                      gradonate vive;                      grate vive;                      cordonate con talee;                      gradonature e riprofilatura morfologica</i>
		+
	<b>opere di consolidamento al piede</b>	<i>palificate a parete semplice o doppia;                      muri in gabbioni;                      massi ciclopici</i>
	+	
<b>opere di drenaggio</b>	<b>drenaggi superficiali</b> <i>canalette in terra e fossi diguardia;                      canalette rivestite in pietrame;                      canalette rivestite in legname e pietrame;                      canalette con rivestimento in calcestruzzo;                      cunei filtranti;                      drenaggi con fascine                      tincee drenanti;                      dreni sub-orizzontali</i>	
	<b>drenaggi profondi</b> <i>speroni drenanti;                      pozzi drenanti</i>	

<b>frane di crollo</b>		<b>interventi passivi</b> <i>barriere paramassi;</i>
		<b>interventi attivi</b> <i>reti in aderenza; imbragature e ancoraggi; chiodature e bullonature</i>

<b>sistemazioni idrauliche e mitigazione fenomeni trasporto solido e/o in massa lungo aste idriche (tratti montani)</b>	<b>protezioni trasversali</b>	<b>opere di stabilizzazione del fondo alveo</b> <i>briglia in legname e pietrame; briglia a raso in massi; briglia a raso in c.a.</i>
	<b>opere di trattenuta</b>	<b>briglie selettive</b> <i>briglia selettiva a pettine; briglia selettiva a finestra</i>
	<b>protezione delle sponde</b>	<i>scogliere in massi ciclopici; gabbionate rinverdite</i>
	<b>modellamento d'alveo</b>	<i>risagomatura con protezione di sponda; ricalibratura sezione d'alveo; creazione di salti di fondo</i>

<b>sistemazioni idrauliche e mitigazione fenomeni erosivi lungo aste idriche (tratti di pianura)</b>	<b>difese spondali</b>	<b>muri di sponda</b> <i>muri in c.a.; gabbionate rinverdite; massi ciclopici;</i>
		<b>rivestimenti di sponda</b> <i>materasso spondale in rete metallica rinverdito; copertura diffusa con astoni; copertura diffusa armata al piede con massi; copertura diffusa armata con massi e fune; viminata viva spondale; palificata viva di sostegno</i>

## **PARTE III – FASE DI PROPOSTA**

### **13. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO**

La fase di proposta si concretizza nell'elaborazione della carta della fattibilità geologica delle azioni di piano (Allegato 9) e delle norme geologiche di piano (Allegato 10): tale fase prevede modalità standardizzate di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico.

Alle classi di fattibilità individuate devono essere sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale (cfr. “Analisi della pericolosità sismica locale – primo livello”), che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali é associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del PGT.

#### **13.1 INTRODUZIONE**

La carta della fattibilità delle azioni di piano costituisce l'elaborato finale che viene desunto dalla carta di sintesi, dalla carta dei vincoli e dall'analisi tecnica svolta nella fase di analisi, e rappresenta una carta di pericolosità che fornisce indicazioni circa le limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, le prescrizioni per gli interventi urbanistici, gli studi e le indagini necessarie per gli approfondimenti richiesti e gli interventi di ripristino e di mitigazione del rischio.

Ad ogni poligono, identificato in base agli elementi di pericolosità geologica ed idrogeologica riportati sulla carta di sintesi, viene attribuita una classe di fattibilità geologica che risulterà univocamente definita attraverso un colore di riferimento, un retino di sottoclasse e una sigla composta da:

- un numero da 1 a 4 definito sulla base di parametri standard (colore);
- una lettera per indicare unità a caratteristiche omogenee sotto gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e delle problematiche progettuali (sottoclasse–retino).

La carta di fattibilità delle azioni di piano, estesa all'intero territorio comunale, è stata redatta in differenti scale:

- allegato 9 alla scala 1:5.000 su data-base topografico;
- allegati 9a-b-c-d-e alla scala dello strumento urbanistico (1:2.000) su data-base topografico;
- allegato 9g legenda.

La carta di fattibilità geologica deve essere utilizzata congiuntamente alle “norme geologiche di piano” (allegato 10) che ne riportano la relativa normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).

### 13.2 CRITERI UTILIZZATI PER LA REDAZIONE DELLA CARTA

Data la complessità e variabilità delle situazioni riscontrate sul territorio non sempre è possibile ridurre le problematiche individuate nelle quattro classi standard di fattibilità previste dalla normativa.

Per ovviare, almeno parzialmente, a questa oggettiva difficoltà, si è deciso di istituire all'interno delle classi di fattibilità standard, se necessario, un certo numero di sottoclassi per meglio differenziare le aree omogenee in base alle specifiche caratteristiche geo-litologiche, morfologiche, idrogeologiche, idrauliche e geologico-tecniche che generano quel particolare tipo di pericolosità.

Ne deriva quindi che ogni poligono viene individuato univocamente da un colore (che ne definisce l'appartenenza ad una delle quattro classi standard di fattibilità) e da un retino (con una sigla) che ne specifica la sottoclasse.

Per l'attribuzione di un'area ad una delle quattro classi standard sono stati valutati i dati disponibili relativi alla litologia, alla geomorfologia (principali processi attivi ed acclività dei versanti, ...), all'idrogeologia (permeabilità stimata dei materiali, soggiacenza della falda, ...), alla geotecnica (grado di addensamento, capacità portante dei terreni, ...); si sono quindi descritte caso per caso le problematiche generali di carattere geologico tecnico.

Il criterio utilizzato è stato quello di istituire una classe ogni volta che si riscontra una sostanziale variazione (anche una sola) delle caratteristiche prese in esame.

### 13.3 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

Di seguito si riporta una descrizione delle caratteristiche relative alle classi e sottoclassi di fattibilità delle azioni di piano individuate nell'ambito dello studio del territorio comunale.

Per l'attribuzione della classe di fattibilità ad una determinata area ci si è basati sulle classi di ingresso proposte dalla normativa (rif. Tabella 1 Parte prima Deliberazione di Giunta regionale 30 novembre 2011 – n. IX/2616); l'eventuale difformità riscontrata è legata a valutazioni degli scriventi derivate dalle osservazioni in situ che hanno comunque comportato l'attribuzione ad una classe peggiorativa rispetto a quella di indirizzo della normativa (escluse ovviamente per le categorie già incluse d'ufficio in classe 4 di fattibilità).

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 stessa.

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).

Su tutto il territorio comunale, la realizzazione di opere che comportino l'alterazione delle condizioni morfologiche o di drenaggio dei terreni o l'alterazione delle condizioni di carico unitario e/o complessivo indotto è subordinata alla effettuazione di specifiche indagini e verifiche ai sensi delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al D.M. 14 gennaio 2008 da commisurarsi secondo la entità delle opere di progetto e secondo gli indirizzi attuativi specificati per ogni classe di fattibilità.

Le indagini e gli studi geologici-idrogeologici prescritti in fase progettuale non escludono l'effettuazione degli specifici approfondimenti previsti dal D.M. 14 gennaio 2008, da eseguirsi in fase esecutiva.

Per le limitazione e/o gli approfondimenti di indagine relativi alle singole classi di fattibilità geologica si rimanda all'allegato "Norme geologiche di Piano".

### Nota generale

***Qualsiasi intervento sul territorio è comunque soggetto all'osservanza di quanto prescritto nelle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.***

A tale prescrizione restano sottoposte il progetto e la realizzazione di:

- opere di fondazione
- opere di sostegno
- opere in sotterraneo
- opere e manufatti di materiali sciolti naturali
- fronti di scavo
- miglioramento e rinforzo dei terreni e degli ammassi rocciosi
- consolidamento dei terreni interessati dalle opere esistenti, nonché la valutazione della sicurezza dei pendii e la fattibilità di opere che hanno riflessi su grandi aree.

**CLASSE I (colore bianco) – FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI:** la classe “comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

Nell'ambito del territorio comunale di Cocquio Trevisago non sono stati individuati settori tali da poter essere inseriti in questa classe di fattibilità.

**CLASSE II (colore giallo) – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI:** la classe “comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

In questa classe sono state incluse le aree ove sono state rilevate condizioni limitative di lieve entità; vi sono state comprese, nello specifico, le aree subpianeggianti o a bassa acclività di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali prevalentemente granulari, presenti essenzialmente nella porzione centrale del territorio comunale di Cocquio Trevisago; e le aree penepianeggianti dei pianalti delle porzioni urbanizzate (porzione nord-occidentale a W

di Caldana) in cui prevale una morfologia ondulata con pendenze variabili contraddistinta da depositi fluvio-glaciali, glaciali e di contatto glaciale indifferenziati.

## SOTTOCLASSE IIA

***Aree subpianeggianti o a minore acclività in contesto urbanizzato consolidato con condizioni di drenaggio variabili***

### Fattori limitanti:

- condizioni di drenaggio ed acclività variabili;
- variabilità latero-verticale delle caratteristiche litologiche e di spessore dei depositi di copertura;
- prossimità a versanti mediamente acclivi in moderata evoluzione morfologica;
- possibile occorrenza di livelli superficiali di terreni scarsamente addensati legati a plaghe discontinue di coltri eluvio-colluviali da dilavamento dei versanti acclivi a monte o intercalazioni di materiale con caratteristiche tecniche scadenti;
- possibile presenza di localizzate direttrici preferenziali di scorrimento di acque;
- possibile circolazione idrica subsuperficiale irregolare correlata a variabilità granulometrica (e di conducibilità idraulica) dalle porzioni maggiormente acclivi, associata a possibili filtrazioni o venute d'acqua occasionali;
- possibile occorrenza di scavi e/o riempimenti o più in generale di fenomeni di rimaneggiamento antropico pregressi storicamente non noti;
- possibile occorrenza di falde locali sospese a bassa o moderata soggiacenza;
- presenza di infrastrutture antropiche e/o edifici;
- vulnerabilità indiretta per corrivazione lungo la rete viaria di acque non incanalate a seguito di eventi meteorici di particolare intensità;
- presenza di piccoli fenomeni di dissesto facilmente circoscrivibili e localizzabili.

***Sono consentiti gli interventi edilizi di cui alla L.R. 12/2005, art. 27, commi a-b-c-d-e.***

### Obiettivi di approfondimento

Fermo restando il rispetto di quanto imposto dal D.M. 14/01/2008 s.m.i. si ritengono necessari:

- rilevamento geologico-geomorfologico con ricostruzione delle direttrici di deflusso delle acque superficiali e valutazione della possibile vulnerabilità indotta dalla prossimità a versanti mediamente acclivi;

- rilievo planoaltimetrico di dettaglio per le opere di nuova realizzazione che insistono su aree di versante;

- valutazione delle caratteristiche litologiche delle unità presenti in loco fino a profondità significativa con particolare attenzione alla eventuale presenza di materiali fini scarsamente permeabili o a livelli scarsamente addensati anche di natura organica;

- valutazione della capacità portante dei terreni di fondazione e cedimenti indotti;

- eventuale occorrenza di interventi di scavo e ritombamento pregressi;

- nel caso di scavi, sbancamenti o riporti, valutazione della stabilità dei fronti e dei versanti sia in corso d'opera che a fine intervento con particolare attenzione verso strutture già esistenti;

- valutazione della soggiacenza della falda e più in generale delle modalità di circolazione idrica sotterranea e della presenza, anche temporanea, di filtrazioni dalle pareti di scavo o di acque nel primo sottosuolo.

- eventuali interferenze con aree acclivi adiacenti.

In fase progettuale andranno rispettate le seguenti prescrizioni minime:

- predisposizione di presidi per la sicurezza delle maestranze in relazione agli esiti della valutazione della stabilità dei fronti di scavo e comunque, in generale, per altezze dei fronti di scavo superiori a 150 cm presso i quali si abbia la sosta o il passaggio anche solo temporaneo di operai;

- asportazione del suolo e più in generale dei livelli a caratteristiche meccaniche più scadenti o visibilmente non addensati;

- riconformazione morfologica a termine lavori e/o predisposizione di opere per la regimazione delle acque meteoriche e di quelle eventualmente provenienti dalle scarpate a monte atte a garantire un corretto smaltimento delle acque meteoriche e di corrivazione evitando l'insorgenza di episodi di ruscellamento concentrato nelle aree adiacenti e di valle specialmente se in contesto già urbanizzato.

### **CLASSE 3 (colore arancione) - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

***Per le nuove opere in ambiti ricadenti in classe 3 di fattibilità geologica sono richieste indagini geognostiche di approfondimento.***

#### **SOTTOCLASSE IIIA**

***Aree subpianeggianti vulnerabili dal punto di vista idrogeologico con depositi superficiali a caratteristiche geotecniche mediocri e/o scadenti e possibilità di ristagni superficiali o di falda subaffiorante***

##### Fattori limitanti

- acclività variabile, da bassa a nulla con ampie ondulazioni con occorrenza di aree debolmente depresse con tendenza alla confluenza ed al ristagno (anche temporaneo) delle acque meteoriche;
- presenza di terreni soffici superficiali, anche a vario contenuto organico, scarsamente addensati con capacità portante bassa e possibili cedimenti sia a breve termine che differenziali;
- variabilità litologica laterale e di spessore delle unità superficiali;
- presenza di terreni a permeabilità variabile, generalmente da media a bassa, sede di possibili falde idriche sospese poco profonde a regime discontinuo potenzialmente interferenti con scavi e/o comparti interrati e/o di venute d'acqua/sorgenti a carattere puntuale;
- presenza di eventuali interventi di scavo e riporto storicamente non conosciuti;
- generale difficoltà di drenaggio nel sottosuolo;
- prossimità ad aree vulnerabili dal punto di vista idraulico per esondazione dai corsi d'acqua;
- in contesti urbanizzati interazioni dei fronti di scavo per nuove edificazioni con infrastrutture antropiche e/o edifici esistenti.

***Sono consentiti gli interventi edilizi di cui alla L.R. 12/2005, art. 27, commi a-b-c-d-e, fermo restando le seguenti limitazioni:***

a) in caso di realizzazione di comparti interrati dovrà essere previsto idoneo sistema di impermeabilizzazione delle murature perimetrali contro terra e di drenaggio delle acque sotterranee in relazione agli esiti degli approfondimenti di indagine;

b) al fine di favorire il deflusso/assorbimento delle acque meteoriche la realizzazione di spazi pavimentati è da limitarsi alle sole aree di bordo costruzione e alla realizzazione di ingressi pedonali e carrabili;

La realizzazione di nuove costruzioni, la ricostruzione a seguito di demolizione o l'ampliamento areale di costruzioni esistenti dovrà essere supportato da indagini di approfondimento tese in particolar modo alla definizione delle caratteristiche della falda e della sua escursione in rapporto a potenziali interferenze con comparti interrati; nel caso di interventi di modifica dello stato dei luoghi le verifiche effettuate dovranno riguardare anche le aree di pertinenza anche se non direttamente interessate dalle opere.

#### Prescrizioni e approfondimenti di indagine

Fermo restando il rispetto dei contenuti di cui al D.M. 14.01.2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008" **la realizzazione di nuove opere è subordinata alla esecuzione di specifiche indagini di approfondimento e rilievo planaltimetrico di dettaglio comprendente le aree oggetto d'intervento ed esteso anche a quelle ad esse adiacenti.**

In via di minima dovranno essere verificati

- caratteristiche litologiche delle unità presenti in loco fino a profondità significativa con particolare attenzione alla eventuale presenza di orizzonti di materiali fini scarsamente addensati (anche di natura organica);

- capacità portante dei terreni di fondazione e cedimenti indotti;

- soggiacenza della falda con particolare attenzione a potenziali interferenze con comparti interrati;

- grado di stabilità degli scavi e, più in generale dell'area in disponibilità con riguardo anche alle costruzioni adiacenti, sia in corso d'opera che a fine intervento;

- assetto della circolazione idrica superficiale e modifiche indotte con approfondimenti riguardanti in particolare le modalità di smaltimento e/o drenaggio delle acque di pioggia o di infiltrazione.

### SOTTOCLASSE IIIB

*Versanti mediamente acclivi prossime ad aree in evoluzione morfologica e fascia di protezione al piede di versante potenzialmente interessate, anche indirettamente, dall'evoluzione morfologica delle aree a monte.*

#### Fattori limitanti

- acclività variabile e prossimità ad aree di versante in evoluzione morfologica;
- possibili condizioni di substrato roccioso poco profondo (localmente fino a subaffiorante) alterato e/o fratturato condizionante sia la circolazione idrica sotterranea che la realizzazione di scavi;
- possibilità di rinvenimento in fase di scavo di blocchi o trovanti;
- variabilità litologica e granulometrica associata a possibile circolazione idrica sub superficiale irregolare spesso in forma concentrata;
- possibile occorrenza di depositi fini eluvio-colluviali di spessore variabile a caratteristiche tecniche scadenti per basso stato di addensamento;
- interazione con l'evoluzione morfologica delle scarpate di monte per fenomeni gravitativi e legati alla circolazione delle acque di corrivazione (erosione concentrata e/o diffusa);
- interazione con fenomeni di trasporto solido per deflussi idrici concentrati provenienti dalle scarpate di monte;
- possibile occorrenza di falde subsuperficiali anche a carattere temporaneo o circolazione idrica irregolare per contatto fra materiali a differente conducibilità idraulica;
- condizioni di drenaggio variabili.
- possibile presenza di direttrici preferenziali di scorrimento superficiale soprattutto in corrispondenza della viabilità secondaria (strade, piste e sentieri);
- possibile vulnerabilità indiretta per corrivazione delle acque lungo la rete viaria locale in corrispondenza dei contesti urbanizzati.

#### Prescrizioni e approfondimenti di indagine

Fermo restando il rispetto dei contenuti di cui al D.M. 14.01.2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008" **la realizzazione di nuove opere è subordinata alla esecuzione di**

***specifiche indagini di approfondimento e rilievo planoaltimetrico di dettaglio comprendente le aree oggetto d'intervento ed esteso anche a quelle ad esse adiacenti.***

***Sono consentiti gli interventi edilizi di cui alla L.R. 12/2005, art. 27, commi a-b-c-d-e; in via di minima dovranno essere verificati:***

- rischio idrogeologico connesso alla dinamica di versante o per interazione con le aree a monte, con definizione degli eventuali presidi da realizzarsi per la messa in sicurezza;
- modalità di drenaggio e smaltimento delle acque di pioggia o di corrivazione in particolare con riferimento ad eventuali interazioni con eventuali costruzioni adiacenti e a valle (sia in corso d'opera che a fine intervento);
- caratteristiche geotecniche e grado di portanza dei terreni di fondazione;
- circolazione idrica subsuperficiale e/o presenza anche occasionale di acque nel primo sottosuolo, legata anche a moderata profondità del substrato roccioso, e/o di falda locale a modesta soggiacenza e possibili interferenze con le opere di progetto;
- eventuale presenza di interventi di scavo e ritombamento pregressi;
- grado di stabilità degli scavi e del versante sia in corso d'opera che a fine intervento con riguardo anche alle costruzioni adiacenti;
- possibili interferenze con le adiacenti aree di scarpata o di piede versante.

### **SOTTOCLASSE IIIC**

***Aree di fondovalle con scadenti caratteristiche geotecniche o soggette all'attività erosiva per acque correnti superficiali***

#### Fattori limitanti

- acclività variabile;
- presenza di coltri superficiali di materiali fini scarsamente addensati a portanza bassa e possibilità di cedimenti istantanei;
- variabilità laterale e di spessore delle unità superficiali;
- condizioni di drenaggio variabili e locali fenomeni, anche temporanei, di ristagno idrico associati a bassa conducibilità idraulica dei sedimenti;
- presenza di potenziali situazioni di corrivazione preferenziale con possibilità di innesco di fenomeni erosivi;

- possibile locale occorrenza di falda a debole o moderata soggiacenza interferente con comparti interrati o scavi;
- interazione con l'evoluzione morfologica delle scarpate di monte e di valle per fenomeni gravitativi e legati alla circolazione delle acque di corrivazione (erosione e/o trasporto solido);
- possibile occorrenza di interventi di scavo e/o riporto storicamente non conosciuti;
- in contesti densamente urbanizzati interazione dei fronti di scavo per nuove edificazioni con le strutture adiacenti;

#### Prescrizioni e approfondimenti di indagine

Fermo restando il rispetto dei contenuti di cui al D.M. 14.01.2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008” **la realizzazione di nuove opere è subordinata alla esecuzione di specifiche indagini di approfondimento.**

**Sono consentiti gli interventi edilizi di cui alla L.R. 12/2005, art. 27, commi a-b-c-d-e; in via di minima dovranno essere verificati:**

- presenza anche occasionale di acque nel primo sottosuolo o di falda a modesta soggiacenza e possibili escursioni della stessa;
- caratteristiche geotecniche e grado di portanza dei terreni di fondazione con particolare attenzione alla presenza di depositi scarsamente addensati;
- eventuale presenza di interventi di scavo e ritombamento pregressi;
- grado di stabilità degli scavi sia in corso d'opera che a fine intervento con riguardo anche alle costruzioni adiacenti;
- modalità di drenaggio e possibilità di dispersione nel sottosuolo delle acque di pioggia o di corrivazione.

### **SOTTOCLASSE IIID**

#### ***Aree di rimaneggiamento antropico***

##### Fattori limitanti

- occorrenza di materiale rimaneggiato eterogeneo con spessore variabile;
- stato di addensamento variabile anche rapidamente in senso latero-verticale e caratteristiche geologico-tecniche potenzialmente scadenti;

- variabilità delle caratteristiche granulometriche e della conducibilità idraulica dei materiali;
- variabilità della capacità di drenaggio, localmente difficoltoso o ritardato, e circolazione idrica potenzialmente irregolare;
- possibile predisposizione a locali fenomeni di drenaggio difficoltoso;
- difficoltà nella definizione dell'area effettivamente interessata dal rimaneggiamento;
- qualità ambientale dei materiali conferiti;
- presenza di infrastrutture antropiche.

Prescrizioni e approfondimenti di indagine

Fermo restando il rispetto dei contenuti di cui al D.M. 14.01.2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008” **la realizzazione di nuove opere è subordinata alla esecuzione di specifiche indagini di approfondimento e definizione del quadro planoaltimetrico delle aree oggetto d'intervento e di quelle ad esse adiacenti.**

**Sono possibili gli interventi edilizi di cui alla L.R. 12/2005, art. 27, commi a-b-c-d-e;** in via di minima dovranno essere verificati:

- qualità ambientale dei materiali di riempimento con eventuale predisposizione di piano di caratterizzazione ambientale del sito in caso di riporto di materiale non inerte;
- spessore, caratteristiche litologiche e granulometriche e stato di addensamento dei materiali di riempimento fino al raggiungimento del fondo naturale o comunque fino a profondità significativa in rapporto alla natura dell'intervento;
- estensione effettiva dell'area di scavo e successivo riporto;
- caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione e cedimenti indotti;
- profondità ed escursione della falda principale;
- condizioni di drenaggio e capacità di dispersione delle acque nel sottosuolo in relazione ai depositi presenti.

**SOTTOCLASSE IIIE**

***Aree a blanda pendenza con depositi superficiali a caratteristiche geotecniche mediocri e/o scadenti con possibilità di ristagni superficiali o di falda a bassa soggiacenza***

Fattori limitanti

- acclività da bassa a media o deboli depressioni non sempre evidenti;
- presenza di terreni soffici, anche a vario contenuto organico, con capacità portante bassa e possibili cedimenti a breve termine;
- variabilità laterale e di spessore delle unità superficiali;
- presenza di terreni a permeabilità medio-bassa, sede di possibili falde idriche sospese a regime discontinuo con possibili interessamenti di scavi e parti interrato;
- tendenza alla confluenza delle acque meteoriche;
- presenza di eventuali interventi di scavo e riporto storicamente non conosciuti;
- generale difficoltà di drenaggio nel sottosuolo;
- presenza di acque nel primo sottosuolo ed eventuali emergenze idriche, anche a carattere temporaneo.

#### **Prescrizioni e approfondimenti di indagine**

Fermo restando il rispetto dei contenuti di cui al D.M. 14.01.2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008” ***la realizzazione di nuove opere è subordinata alla esecuzione di specifiche indagini di approfondimento e definizione del quadro planoaltimetrico delle aree oggetto d'intervento e di quelle ad esse adiacenti.***

***Sono possibili gli interventi edilizi di cui alla L.R. 12/2005, art. 27, commi a-b-c-d-e*** salvo che per ogni intervento di modifica dello stato dei luoghi le verifiche effettuate dovranno riguardare anche le aree di pertinenza anche se non direttamente interessate dalle opere di progetto.

In via di minima dovranno essere verificati:

- rischio idrogeologico per interazione con eventuali orli di terrazzo o variazioni di pendenza;
- assetto morfologico con definizione di dettaglio del quadro planoaltimetrico delle aree oggetto di intervento e delle aree adiacenti;
- interferenze con eventuali direttrici attive di drenaggio superficiale e con i relativi areali di alimentazione;
- ricostruzione delle originarie direttrici di deflusso/drenaggio e modificazioni indotte, valutazione delle possibilità di ripristino funzionale o di effettuazione di opere compensative;
- caratteristiche litologiche delle unità presenti fino a profondità rappresentativa;

- stabilità aree di intervento in corso d'opera e a fine lavori;
- stabilità delle aree di pertinenza non interessate dalle opere;
- condizioni di drenaggio e smaltimento delle acque;
- interazioni con costruzioni adiacenti;
- caratteristiche geotecniche, grado di portanza dei terreni di fondazione e cedimenti indotti a breve e lungo termine;
- presenza di acque nel sottosuolo;
- verifica di stabilità relativamente all'interazione manufatto-scarpata.

#### **CLASSE 4 (colore rosso) - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI**

Trattasi della classe di fattibilità in cui, data l'alta pericolosità/vulnerabilità che comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrato, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo.

Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

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

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

Nell'ambito del territorio comunale sono state inserite in questa classe di fattibilità oltre alle zone soggette a normativa specifica, tutte le aree caratterizzate da processi geomorfologici attivi ed in evoluzione (alvei delle aste torrentizie ed aree contermini interessate dai processi ordinari/straordinari legati allo scorrimento delle acque; aree di versante maggiormente acclivi

caratterizzate da un buon grado di naturalità e come tali da preservare anche ai fini della prevenzione del dissesto).

#### **SOTTOCLASSE IVA**

***Aree di scarpata naturale ad acclività da media a localmente elevata in ambito extra-urbano; versanti acclivi in evoluzione morfologica e/o con substrato roccioso affiorante/subaffiorante o con spessori di copertura e circolazione idrica sotterranea variabili e non note; alvei dei corsi d'acqua montani e loro aree di potenziale divagazione.***

##### Fattori limitanti

- acclività dei versanti variabile, localmente elevata o molto elevata;
- predisposizione a fenomeni di dissesto idrogeologico in forma concentrata o diffusa sia di tipo gravitativo (scivolamenti, soliflusso) che legati alla circolazione delle acque superficiali (ruscellamento concentrato o diffuso delle acque meteoriche) associato a potenziale mobilizzazione dei materiali sciolti (accumuli di frana e/o falde di detrito);
- possibili fenomeni di distacco/crollo e caduta di massi o porzioni di ammasso roccioso in corrispondenza di pareti subverticali con substrato affiorante;
- possibile occorrenza di substrato con intensa fratturazione di tipo tettonico;
- variabilità dell'assetto e spessore delle coperture detritiche e delle modalità di circolazione idrica subsuperficiale e sotterranea (quest'ultima spesso fortemente irregolare associata a circolazione/riattivazione di reticoli di tipo carsico con manifestazioni sorgentizie puntuali a carattere stagionale o temporaneo a portata fortemente irregolare);
- aree adiacenti corsi d'acqua in evoluzione morfologica interessate o interessabili da esondazione e/o trasporto solido;
- aree ad elevato grado di naturalità su substrato ad elevata permeabilità secondaria per fratturazione o carsismo costituente serbatoio di alimentazione dell'acquifero.

Parere geologico-tecnico sull'edificazione non favorevole per la presenza di problematiche geotecniche di varia natura e per la sussistenza di processi morfologici in evoluzione.

##### Divieti e prescrizioni

Parere geologico-tecnico sull'edificazione non favorevole. Vietata la realizzazione di nuove costruzioni; per gli edifici esistenti sono esclusivamente consentiti gli interventi edilizi di

cui alla L.R. 12/2005, art. 27, commi a-b.; sono consentiti gli interventi di manutenzione della rete di drenaggio, della viabilità e del patrimonio boschivo e gli interventi finalizzati alla tutela e prevenzione del dissesto idrogeologico. Sono consentiti inoltre interventi di realizzazione di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, quando non diversamente localizzabili, previa esecuzione di specifico studio di fattibilità geologica, geologico-tecnica, idrogeologica e idraulica unitamente alla verifica delle condizioni di stabilità versanti e scavi in corso d'opera e a fine intervento.

### **SOTTOCLASSE IVB**

***Aree morfologicamente depresse vulnerabili dal punto di vista idraulico e potenzialmente soggette ad alluvionamento, ad erosione spondale o a risalita della falda a quote prossime alla superficie***

Fattori limitanti:

- acclività da bassa a nulla; presenza di depressioni morfologiche più o meno pronunciate di possibile ristagno idrico e/o drenaggio difficoltoso o ritardato associato a bassa conducibilità idraulica dei sedimenti (localmente formazione o presenza di aree paludose);
- vulnerabilità idraulica per prossimità a corsi d'acqua attivi con possibilità di periodici fenomeni di esondazione o spagliamento e/o di erosione e/o gravitativi in corrispondenza delle sponde arginali non protette;
- occorrenza di falde idriche sospese e/o del primo orizzonte acquifero a quote prossime al piano campagna o localmente affioranti;
- presenza di terreni fini a comportamento da semi-coesivo a coesivo con stato di addensamento variabile, generalmente basso (terreni da sciolti a molto sciolti), con bassa capacità portante e possibilità di cedimenti a breve termine e differenziali anche rilevanti.

Parere geologico-tecnico sull'edificazione non favorevole per la sussistenza di condizioni di elevata vulnerabilità idraulica.

Per gli edifici esistenti sono esclusivamente consentiti:

- a) gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- b) gli interventi edilizi di cui alla L.R. 12/2005, art. 27, commi a-b e gli adeguamenti necessari per il rispetto delle norme di legge;

c) gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti unicamente per motivate necessità di adeguamento igienico-funzionale, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;

d) gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumenti del carico insediativo; le sole opere consentite sono quelle rivolte al consolidamento statico dell'edificio o alla protezione dello stesso;

e) gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico;

f) le opere di sistemazione idraulica, di difesa e di monitoraggio dei fenomeni;

g) la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente, fermo restando che detti interventi dovranno comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;

h) i cambiamenti delle destinazioni culturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;

i) l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;

l) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi di quanto stabilito all'Art. 9 comma 5 N.d.A. P.A.I.

#### **14. RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL GAS RADON**

In relazione alle caratteristiche litologiche del territorio comunale è prevedibile che la principale sorgente di radon sia il sottosuolo; per diminuire la concentrazione del gas all'interno dell'abitazione è perciò importante ostacolarne il più possibile l'ingresso.

Questo risultato può essere ottenuto con varie tecniche tra cui:

- depressurizzazione del sottosuolo mediante suzione meccanica dell'aria negli strati di sottofondazione (attraverso pozzetti di aspirazione in edifici privi di comparti interrati, aspirazione sotto guaina o all'interno di appositi battiscopa, aspirazione del gas proveniente dal sistema di drenaggio delle acque meteoriche o attraverso i vuoti dei mattoni costituenti le murature perimetrali) con raccolta del gas entro apposite tubazioni e scarico al di fuori dell'edificio;

- pressurizzazione delle sottofondazioni;

- sigillatura delle vie di ingresso (fessure e/o discontinuità lungo l'attacco tra parete verticale e solaio orizzontale, in corrispondenza dei giunti, delle zone in cui avviene il ritiro dei getti di calcestruzzo, delle entrate dei servizi cioè delle canalizzazioni per il passaggio di acqua, energia elettrica e dello scarico fognario) con sigillanti acrilici, a base di silicone o di poliuretano, o con malta polimerica di cemento con particolari additivi antiritiro, meglio se impermeabili all'acqua;

- pressurizzazione dei locali interni o del vespaio mediante ventilazione forzata;

- depressurizzazione attiva del vespaio (qualora esistente) attraverso tecniche di ventilazione naturale o artificiale;

- privilegiare l'impiego di materiali da costruzione che non contengano sorgenti di radon.

## APPENDICE A

### *RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI*

## **BIGLIOGRAFIA**

A.A.V.V. (1977) - *Guida alla descrizione del suolo* - Progetto finalizzato alla conservazione del suolo. Sottoprogetto dinamica dei versanti - C.N.R. Publ. 11, Firenze.

A.A.V.V. (1993) - *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo.*

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI VARESE (1985) - *Carta litologica e geomorfologica del territorio provinciale di Varese in scala 1:10.000.*- Note illustrative dei fogli A4b3, A4b4, A4c3 ed A4c4".

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI VARESE (1983) - *Prima sintesi sulle conoscenze idrogeologiche della Provincia di Varese – La Tipografica, Varese.*

ANSI/ASTM D2487-69 (reapproved 1975) - *Standard test method for classification of soil for engineering purposes*

BARNABA P.F. (1982) - *Studio geologico-ambientale del bacino del Lago di Comabbio (Varese): Idrogeologia e bilancio idrico preliminare.* - CNR, Roma

BINI A., RIGAMONTI I., UGGERI A. (1993) - *Evidenze di tettonica recente nell'area del Lago di Varese – Monte Campo dei Fiori (Lombardia, Italia)* - Il Quaternario n.6 (1), 3-14.

BINI A., ZUCCOLI L. (1996) - *La massima espansione dei ghiacciai (MEG) nel territorio compreso tra il Lago di Como, il Lago Maggiore e le rispettive zone di anfiteatro* - Geologia Insubrica, 1, 2 2001

CASTANY G.(1982) - *Idrogeologia* - Flaccovio, Palermo

CESTARI F. (1990) - *Prove geotecniche in sito* - Geo-graph , Segrate (Mi)

CITA M.B., GELATI R., GREGNANIN A, a cura di (1990) - *Alpi e Prealpi Lombarde.* - Guide geologiche regionali, vol. 1. Società geologica italiana, Roma.

CIVITA M.(1994) - *Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento: teoria e pratica* - Pitagora Editrice Bologna

DE LUCA D.A., VERGA G. - *Una metodologia per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi* - Dalla rivista Acque Sotterranee, Segrate (MI).

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1936-37) - *Tavolette 31 IV SE - Laveno Mombello e 31 I SO - Gavirate (VA)* - Firenze.

LANCELLOTTA R.(1987) - *Geotecnica* - Zanichelli , Bologna

NANGERONI G. (1932) - *Carta geognostico-geologica della Provincia di Varese* - R. Istituto Tecnico di Varese.

NANGERONI G. (1954) - *I terreni pleistocenici dell'anfiteatro morenico del Verbano e del territorio varesino* - Atti Soc. It. Scienze Naturali, vol. XCIII, Milano

PANIZZA M.(1988) - *Geomorfologia applicata* - NIS, Roma

POZZI R., CLERICI A. (1985) - *Una proposta per la descrizione degli ammassi rocciosi* - Da "Le strade" n.1219 di marzo aprile 1985, Milano

RAVIOLO P.L. (1993) - *Il laboratorio geotecnico* - Ed. Controls , Rodano (Mi)

REGIONE LOMBARDIA (1985) - *Carta Tecnica Regionale, Sezione A4b3, A4b4, A4c3 ed A4c4.*- Scala 1:10.000, Milano.

SCESI L., SAIBENE L. (1987) - *Valutazione della permeabilità di un ammasso roccioso tramite rilevamento geologico-strutturale* - Mem. Soc. Geol. It., 32 , Roma

STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI GEOLOGIA (2000) - *Caratterizzazione geologico-  
tecnica di area destinata a realizzazione di nuova struttura nell'ambito dell'ampliamento di  
costruzione ad uso abitativo già esistente sita in Comune di Cocquio Trevisago*

STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI GEOLOGIA (2001) - *Caratterizzazione geologico  
tecnica di area interessata da edificazione di civile abitazione (loc. S.P. n. 39)*

STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI GEOLOGIA (2006) - *Indagine geognostica e relazione  
geologico tecnica a supporto realizzazione di nuovo edificio di civile abitazione (via per Caldana)*

STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI GEOLOGIA (2005) - *Indagine geognostica e relazione  
geologico tecnica a supporto realizzazione nuovo fabbricato ad uso industriale (loc. via Milano)*

STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI GEOLOGIA (2000) - *Relazione finale inerente i lavori  
di realizzazione pozzo ad uso idropotabile in comune di Cocquio Trevisago – località valle del  
Torrente Viganella*

STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI GEOLOGIA (2007) - *Relazione tecnica ed  
idrogeologica a supporto di domanda di concessione alla derivazione di acque ad uso idropotabile  
dalle sorgenti Onizze e Intelo*

STUDIO TECNICO ASSOCIATO DI GEOLOGIA – STUDIO VINCENTI INGEGNERIA  
CIVILE (2002) – *Studio idrogeologico e idraulico lungo la S.P. 39*

## APPENDICE B

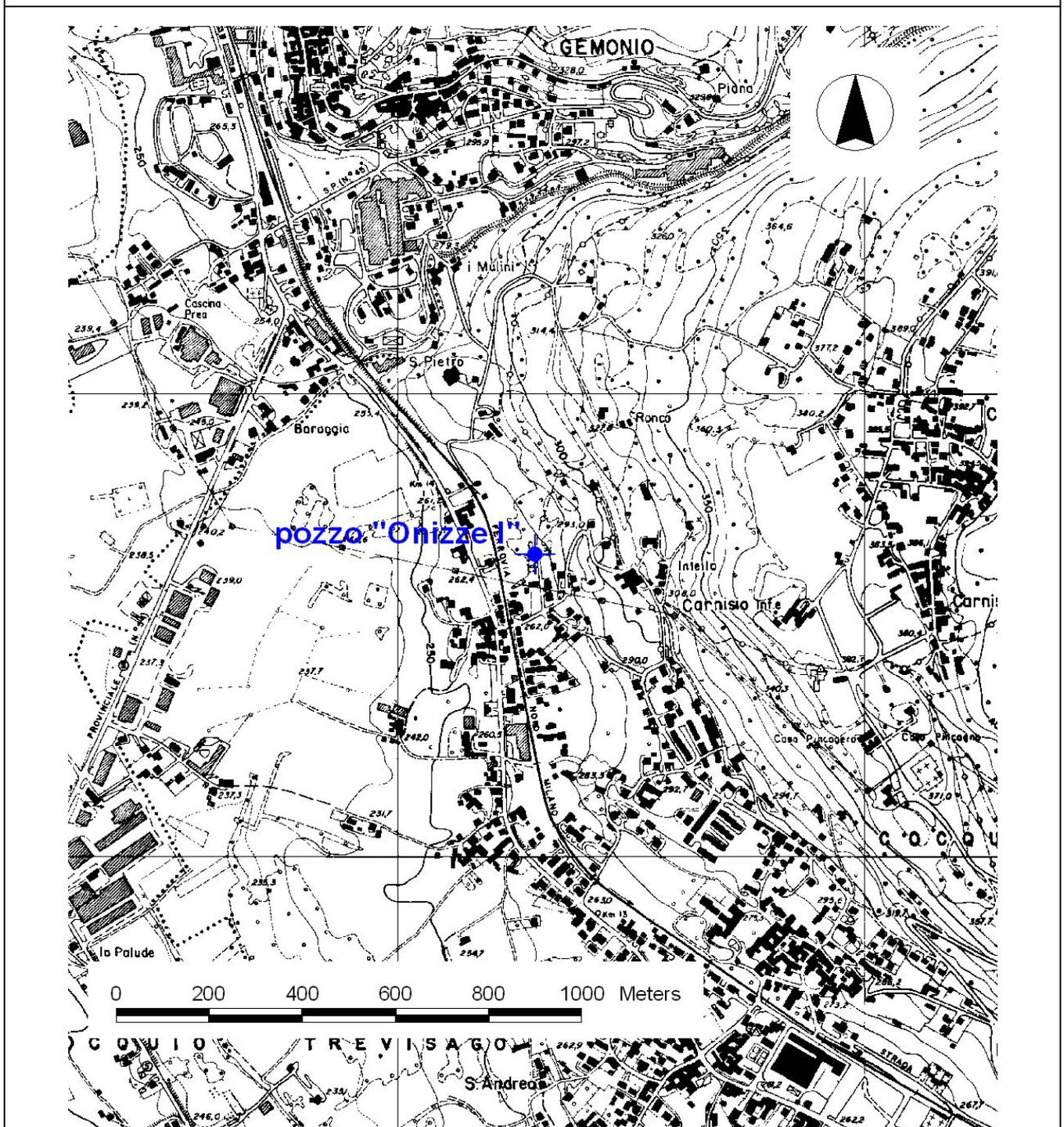
### *SCHEDA POZZI E SORGENTI AD UTILIZZO IDROPOTABILE*

## SCHEDA PER IL CENSIMENTO DEI POZZI

### 1 - DATI IDENTIFICATIVI

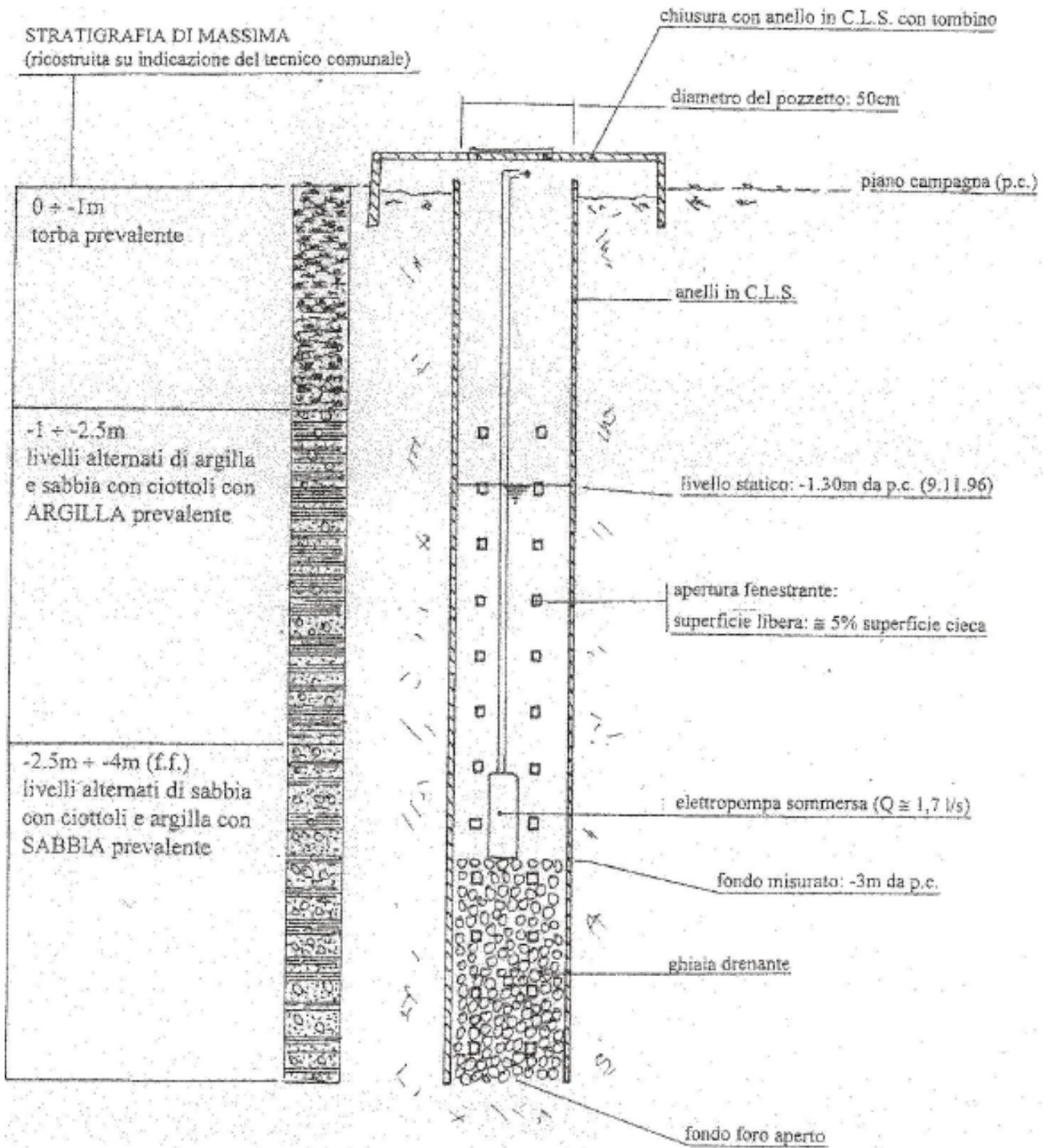
n° di riferimento e denominazione	"Pozzo Onizze I"	
Località	Campo sorgenti "Onizze"	
Comune	COQUIO TREVISAGO	
Provincia	VA	
Sezione CTR	A4b4	
Coordinate chilometriche Gauss Boaga (da CTR)	1.475.296	5.079.660
Quota (m s.l.m.)	265,0	
Profondità (m da p.c.)	4,0	

### UBICAZIONE POZZO (STRALCIO CTR)





3 - STRATIGRAFIA



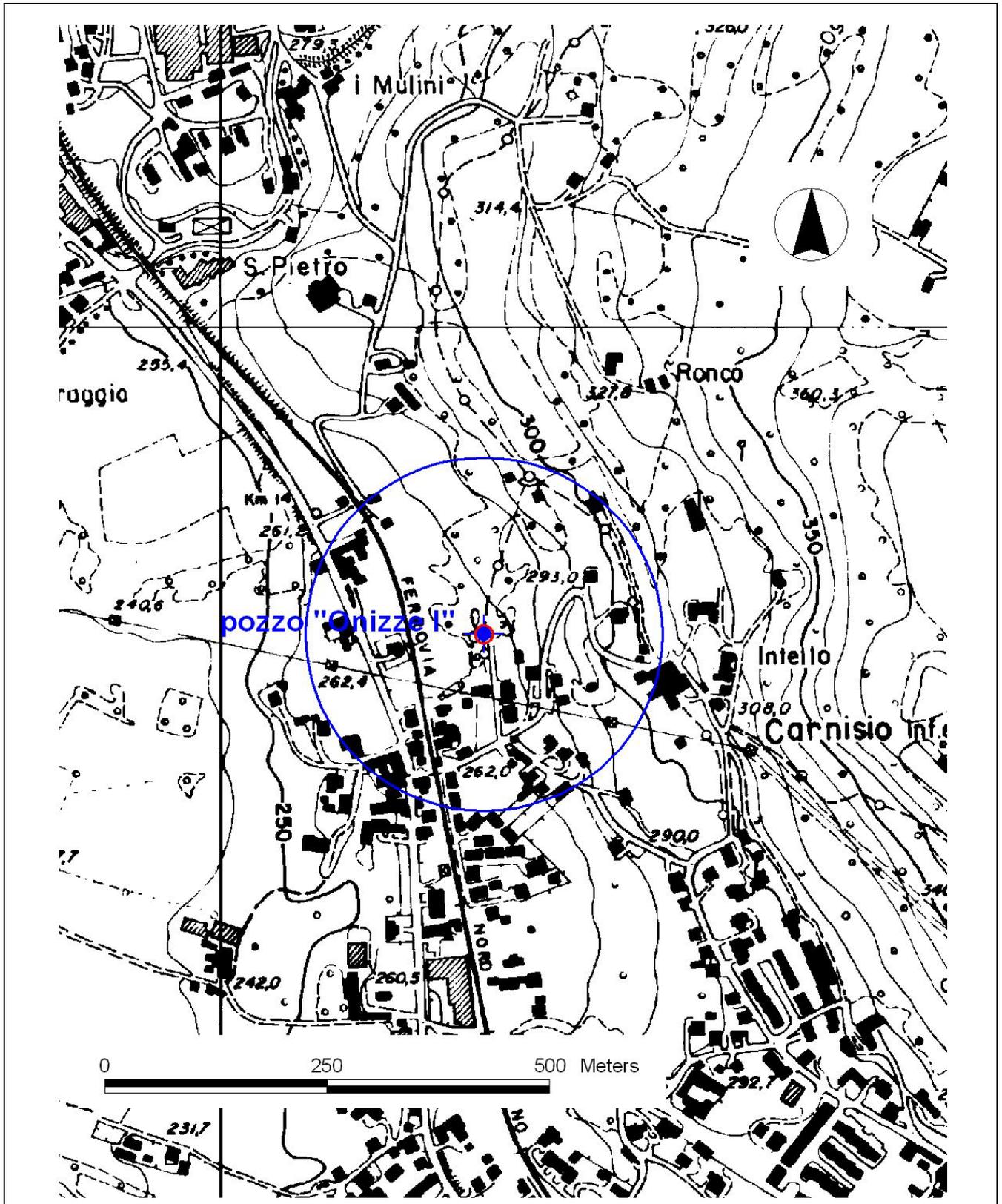
**5 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI**

Prova di permeabilità tipo Lefranc a carico costante eseguita in data 09.11.1996: L.S. pari a -1,3 m p.c. - L.D. finale pari a -1,335 m p.c. (la prova è stata eseguita in risalita con lettura dei livelli dinamici dopo spegnimento della pompa funzionante per 30' alla portata costante di 1,65 l/sec)

**6 - IDROCHIMICA**

7 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)				
geometrico	X	temporale	idrogeologico	X
data del provvedimento di autorizzazione				

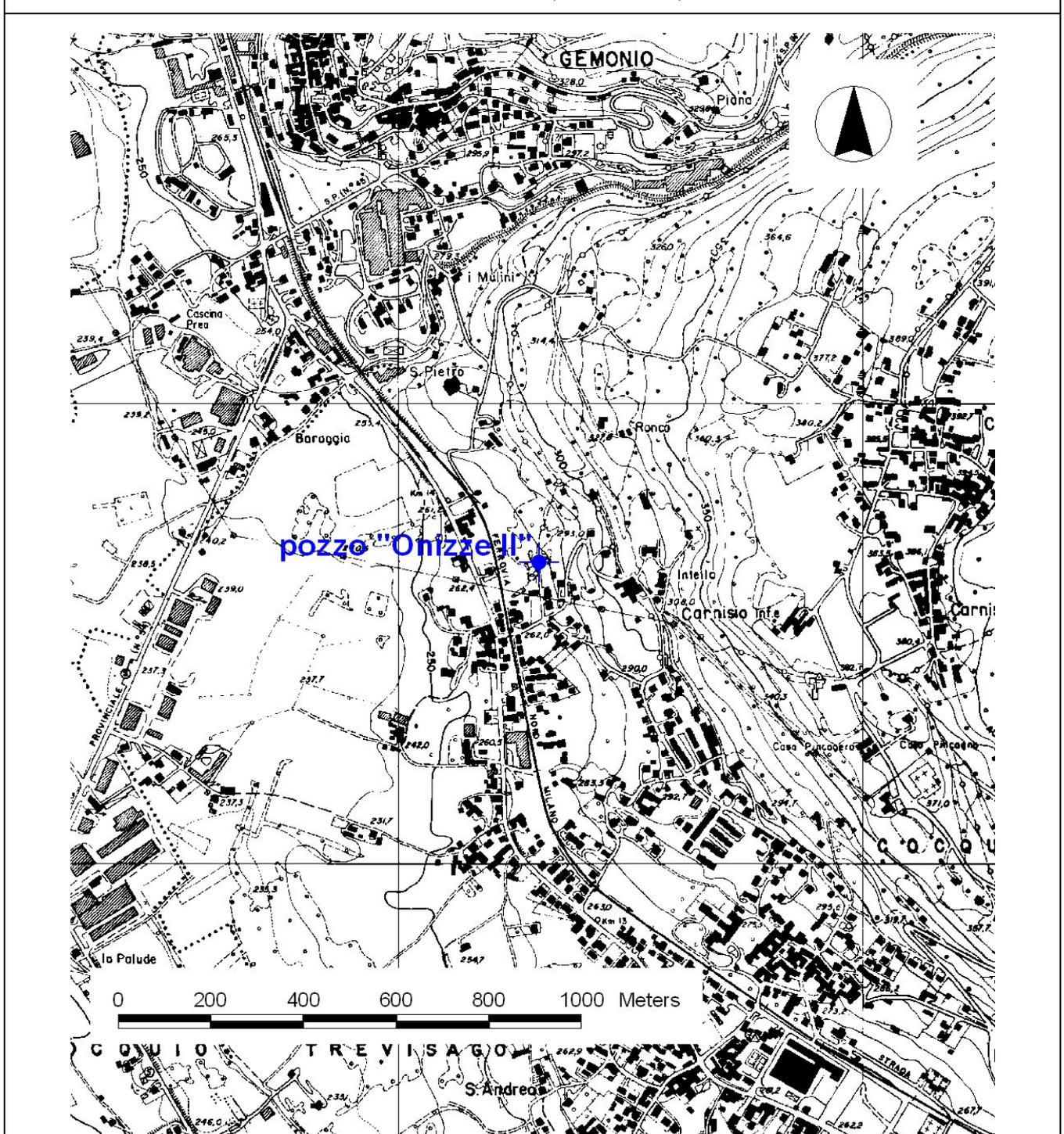


## SCHEDA PER IL CENSIMENTO DEI POZZI

### 1 - DATI IDENTIFICATIVI

n° di riferimento e denominazione	"Pozzo Onizze II"	
Località	Campo sorgenti "Onizze"	
Comune	COQUIO TREVISAGO	
Provincia	VA	
Sezione CTR	A4b4	
Coordinate chilometriche Gauss Boaga (da CTR)	1.475.306	5.079.660
Quota (m s.l.m.)	265,0	
Profondità (m da p.c.)	11,5	

### UBICAZIONE POZZO (STRALCIO CTR)





**3 – STRATIGRAFIA**

**n.d.**

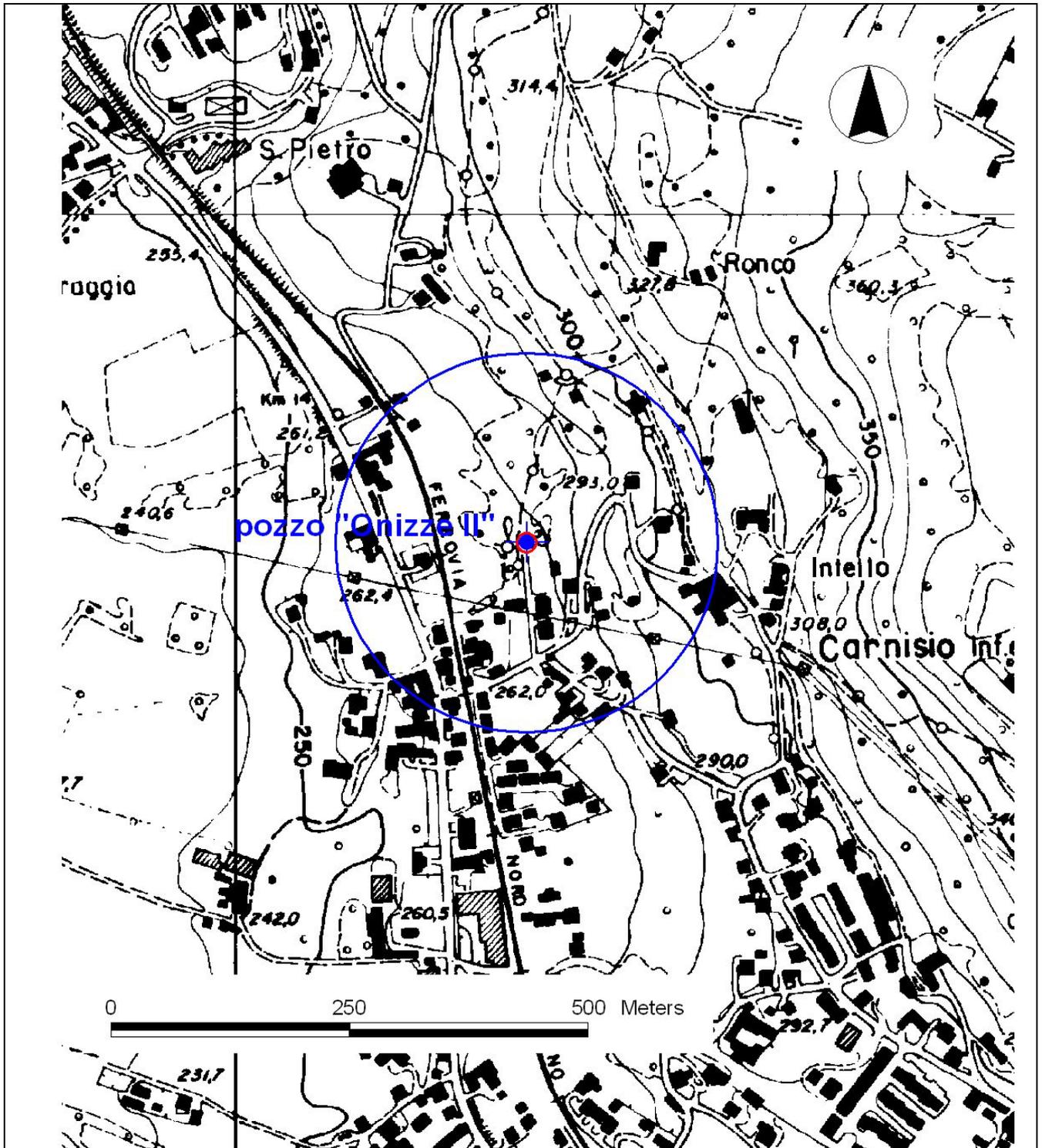
**5 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI**

Prova di pompaggio a termine completamento: L.S. 0,7 m p.c.; L.D. 3,8 m p.c. Q 150 l/min (2,5 l/sec).

**6 - IDROCHIMICA**

7 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)				
geometrico	X	temporale	idrogeologico	X
data del provvedimento di autorizzazione				

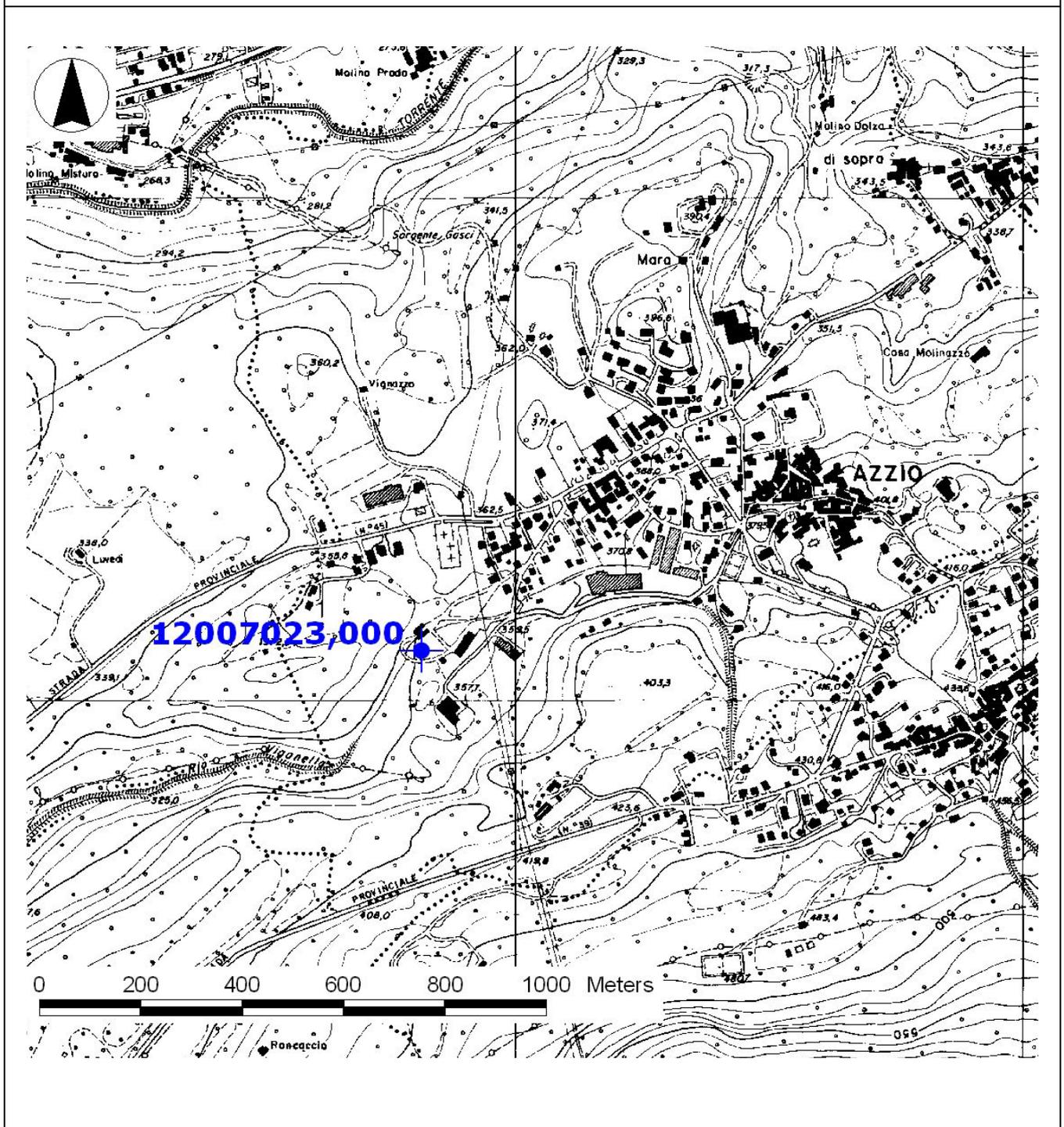


## SCHEDA PER IL CENSIMENTO DEI POZZI

### 1 - DATI IDENTIFICATIVI

n° di riferimento e denominazione	12007023,000
Località	Azzio via Marconi
Comune	AZZIO
Provincia	VA
Sezione CTR	A4c3
Coordinate chilometriche Gauss Boaga (da CTR)	1.476.815 5.081.097
Quota (m s.l.m.)	355,0
Profondità (m da p.c.)	47,0

UBICAZIONE POZZO (STRALCIO CTR sezione A4c3)

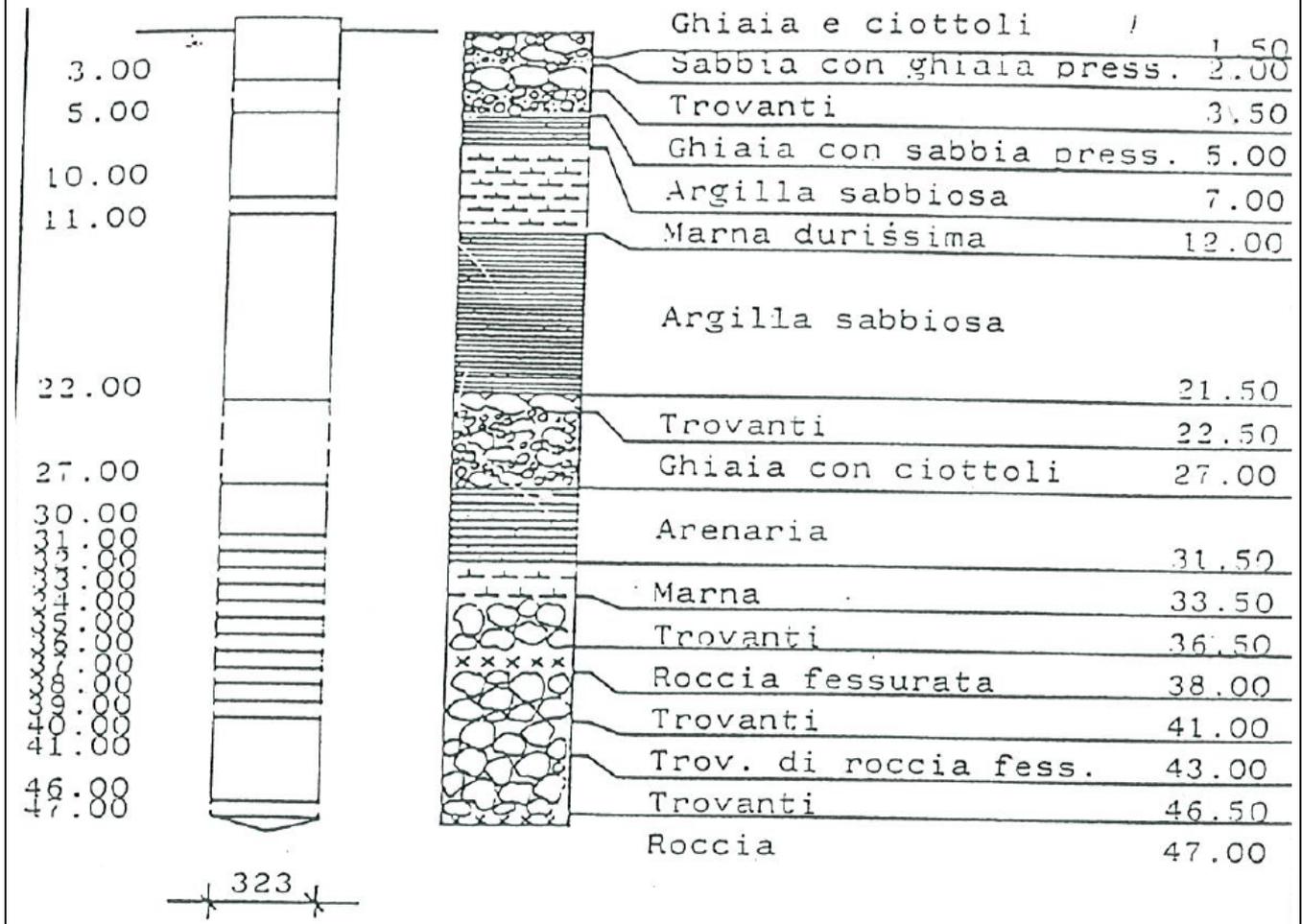


**2 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA**

Proprietario	Comune di Cocquio T.
Ditta Esecutrice	Brizzolara
Anno	1971
Stato	
Attivo	X
Disuso	
Cementato	
Altro	
Tipologia utilizzo	Idropotabile
Portata estratta (lt/sec)	--

SCHEMA DI COMPLETAMENTO						
Tubazioni						
Tubazione n.	Diametro mm	da m	a m	Filtri	da m	a m
1	323	0,0	47,0		1	5,0
					2	11,0
					3	27,0
					4	31,0
					5	33,0
					6	35,0
					7	37,0
					8	39,0
					9	41,0
					10	47,0
Setti impermeabili						
Tipo	da m			a m		

3 - STRATIGRAFIA



**5 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI**

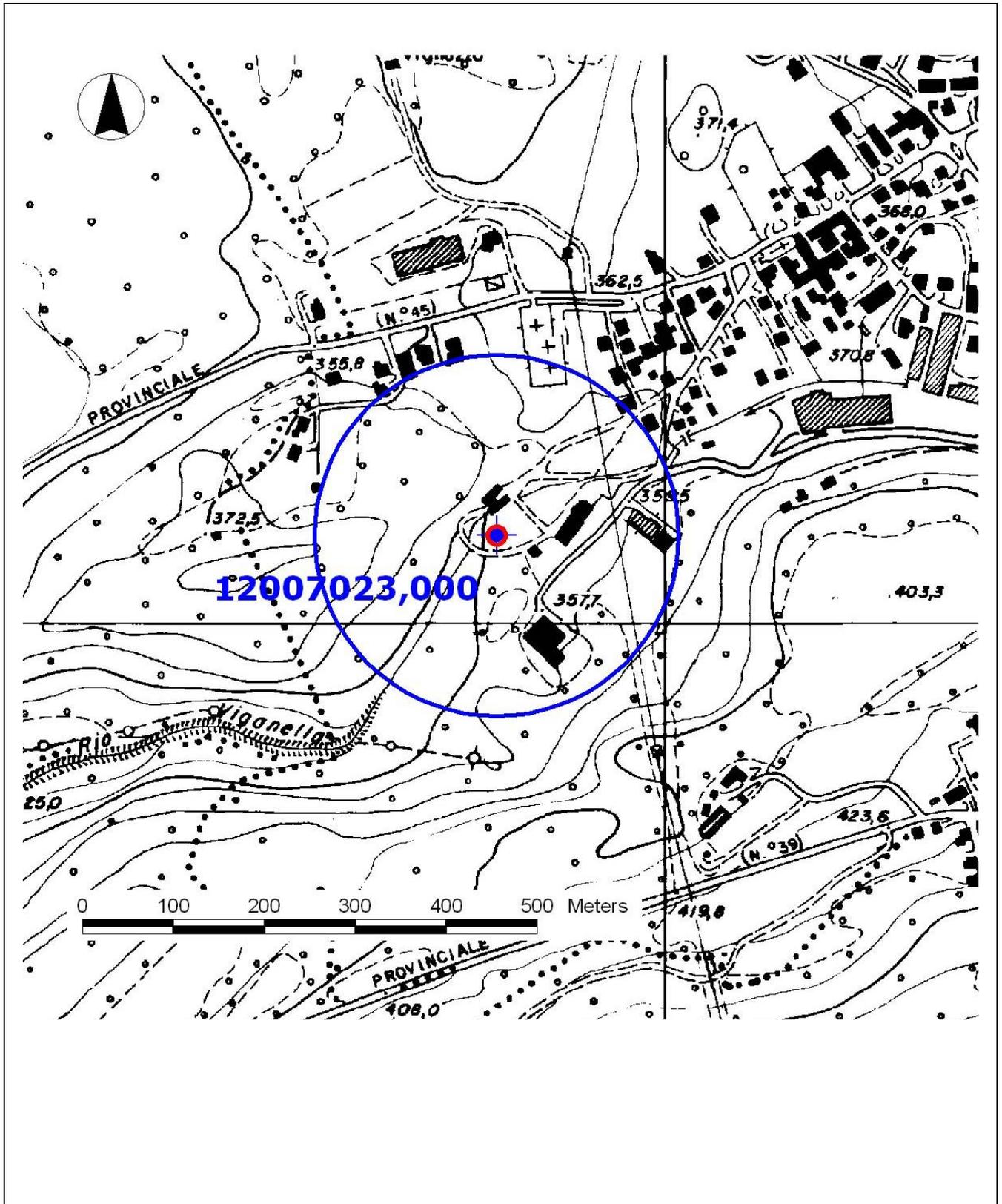
Collaudo

L.S. 24,0 - L.D. 40,0 – Q: 6 l/sec

**6 - IDROCHIMICA**

7 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)				
geometrico	X	temporale	idrogeologico	X
data del provvedimento di autorizzazione				

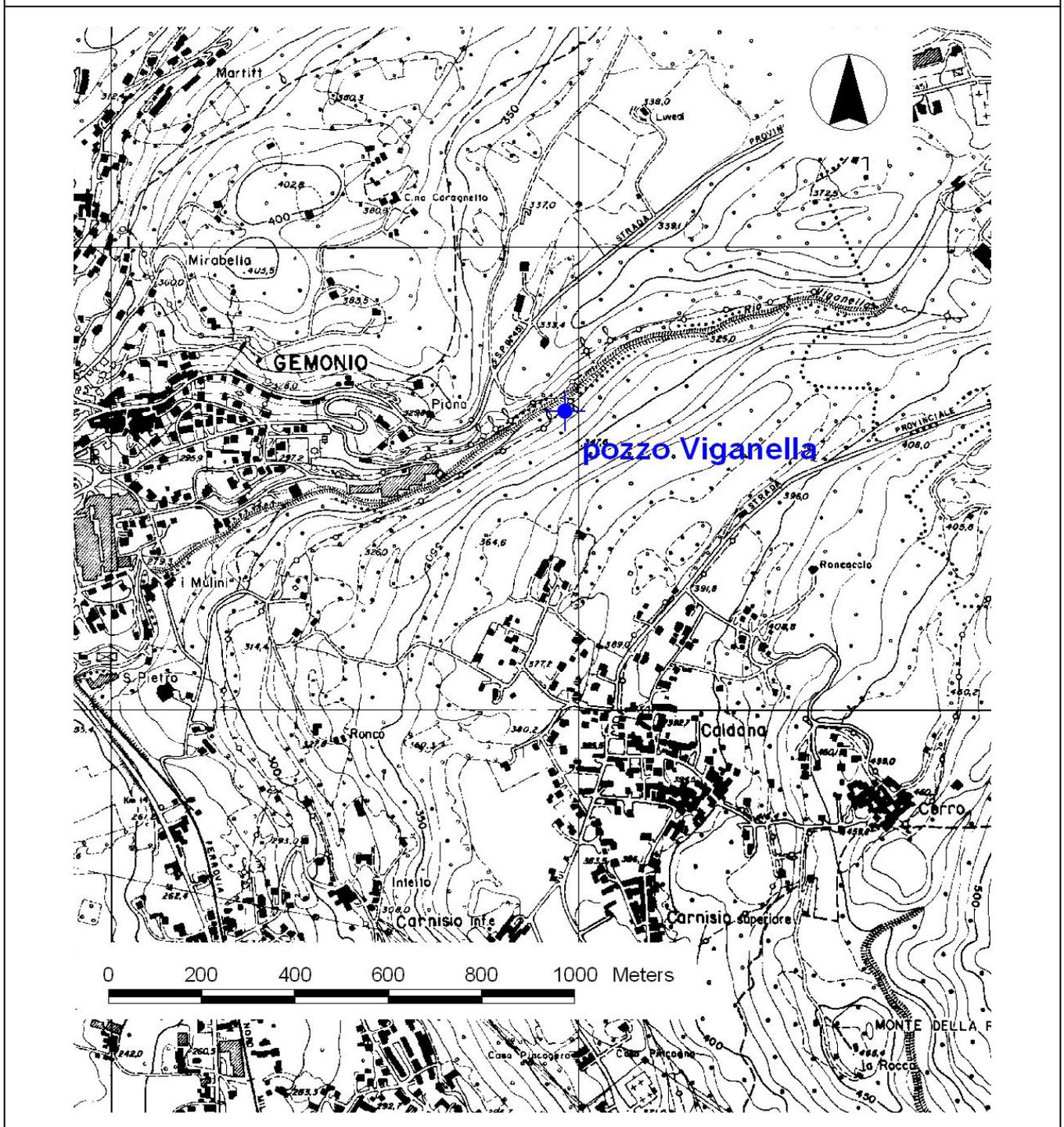


## SCHEDA PER IL CENSIMENTO DEI POZZI

### 1 - DATI IDENTIFICATIVI

n° di riferimento e denominazione	V1	
Località	VALLE DEL TORRENTE VIGANELLA	
Comune	COQUIO TREVISAGO	
Provincia	VA	
Sezione CTR	A4b3	
Coordinate chilometriche Gauss Boaga (da CTR)	1.475.970	5.080.645
Quota (m s.l.m.)	315	
Profondità (m da p.c.)	38.9	

#### UBICAZIONE POZZO (STRALCIO CTR)

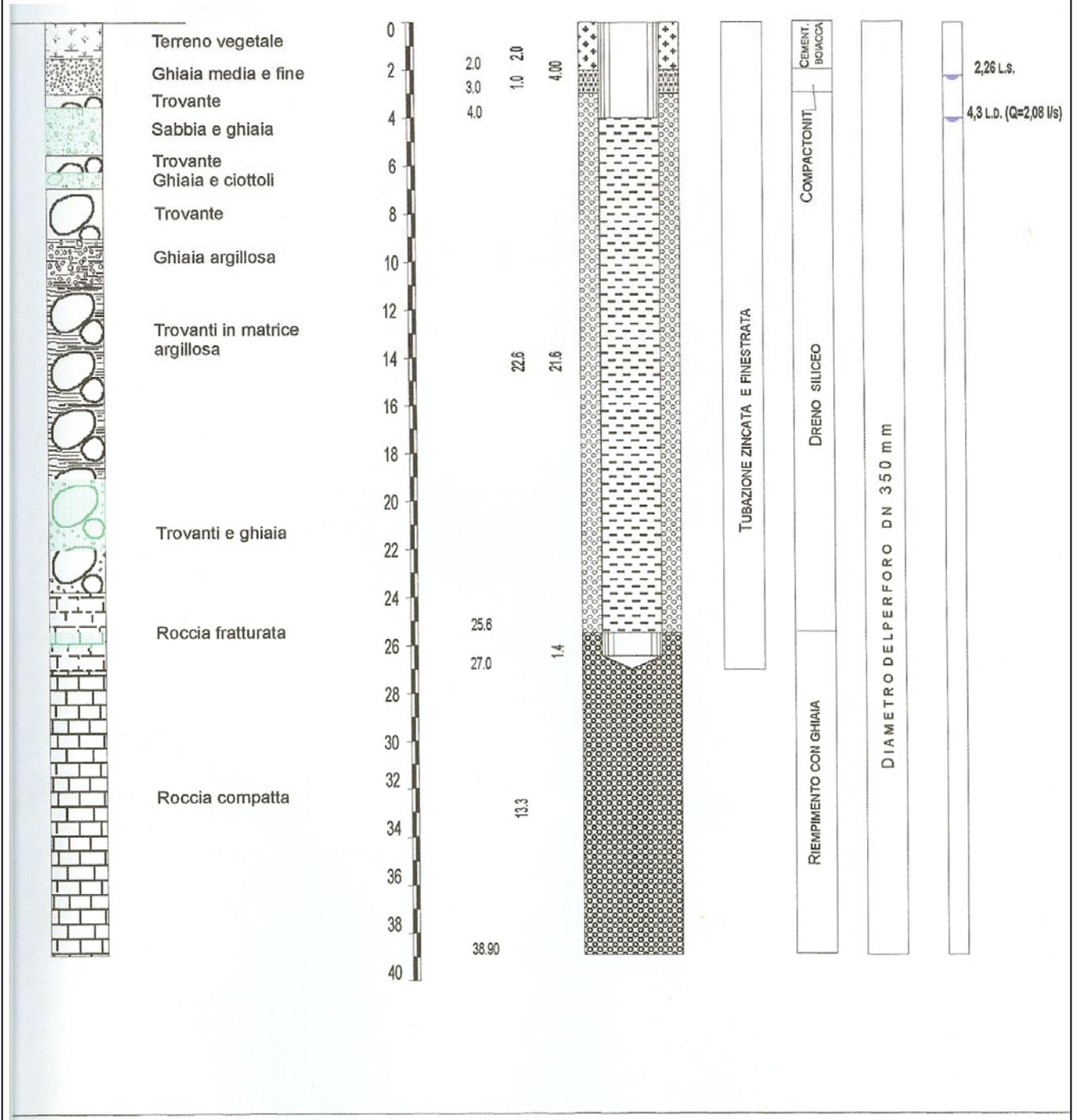


**2 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA**

Proprietario	Comune
Ditta Esecutrice	<b>IDROGEO</b>
Anno	<b>1999</b>
Stato	
Attivo	<b>X</b>
Disuso	
Cementato	
Altro	
Tipologia utilizzo	<b>Idropotabile</b>
Portata estratta (mc/a e lt/sec)	<b>2.5 l/s</b>

SCHEMA DI COMPLETAMENTO						
Tubazioni						
Tubazione n.	Diametro mm	da m	a m	Filtri	da m	a m
<b>1</b>	<b>114.3</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>cieco</b>		
<b>2</b>	<b>114.3</b>	<b>4</b>	<b>25.6</b>	<b>fessurato</b>		
<b>3</b>	<b>114.3</b>	<b>25.6</b>	<b>27</b>	<b>cieco</b>		
Setti impermeabili						
Tipo		da m			a m	
<b>Cementazione con boiacca</b>		<b>0,0</b>			<b>2,0</b>	
<b>Compactonite</b>		<b>2,0</b>			<b>3,0</b>	

3 - STRATIGRAFIA



## 5 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI

Livello statico: 2.06 m da p.c.  
 Intervallo filtrato: da 4.7 a 26.3 m da p.c.

Portata (l/s)	1.8	2	2.3	2.6
Livello Dinamico ( m da p.c.)	3.9	4.8	5.4	6.9
Abbassamento (m)	1.64	2.54	3.14	4.64
Portata Specifica (l/s/m)	1.09	0.78	0.73	0.56

## 6 - IDROCHIMICA

Sez. chimica: ANALISI ACQUE

Via Lanza 10 - 29100 PIACENZA

Tel.(0523) 456706

## CERTIFICATO DI ANALISI

Campione di: ACQUA DI POZZO (GENERALE)

Ricevuto da: IDROGEO

Ricevuto il: 31.08.99

Prelevato da: GEOM.MOTTA

## RISULTATO DELL'ANALISI

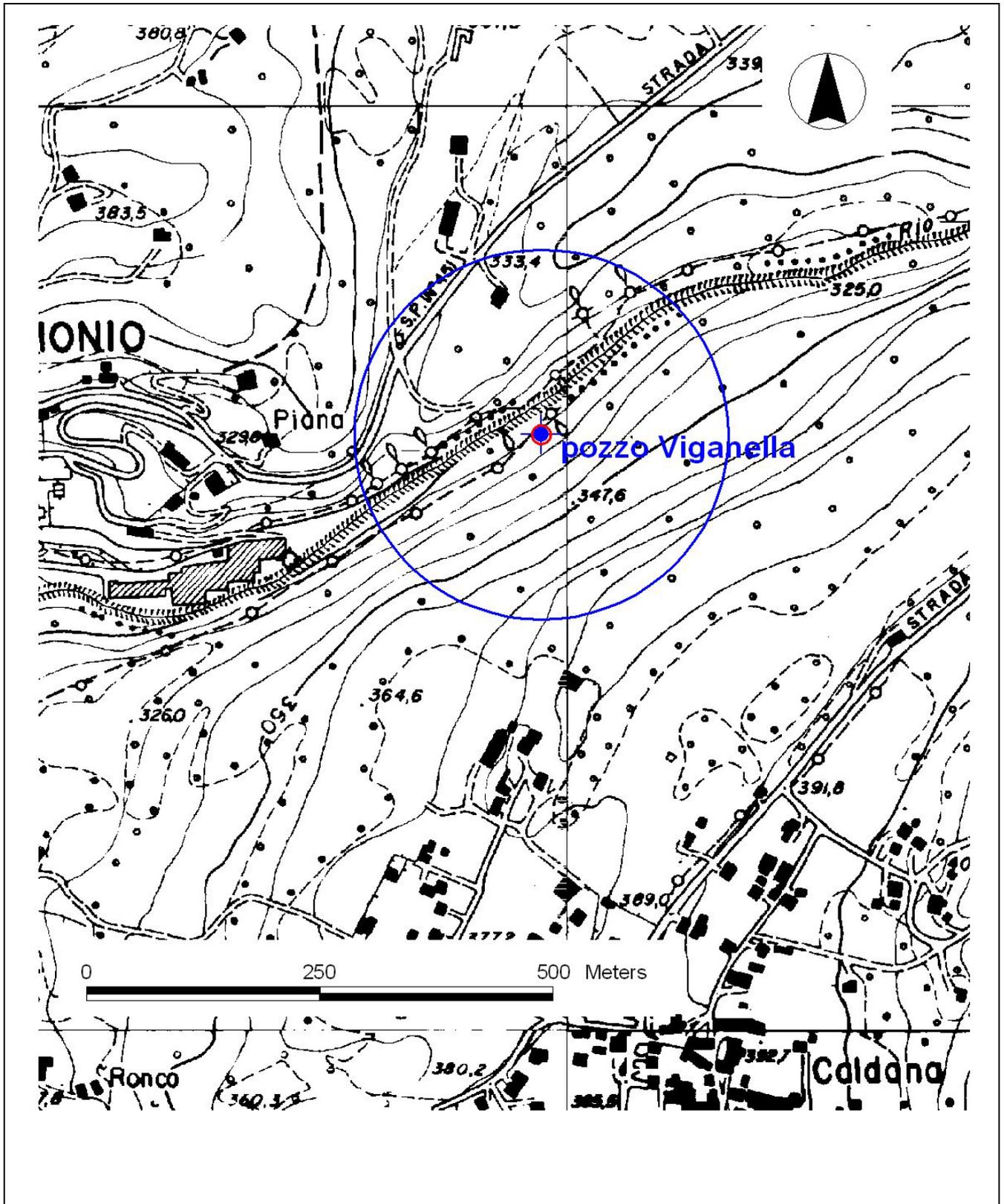
VALORI  
 LIMITE

		nella norma	
Caratteri organolettici			
Conducibilità elettrica	uS/cm-1	350	
Residuo fisso ( a 180 C )		252	1.500
Torbidità	U.J.	3.1	4
- Azoto ammoniacale ( come NH <sub>4</sub> )	mg/l	assente	0.5
- Azoto nitroso ( come NO <sub>2</sub> )	mg/l	< 0.02	0.1
- Azoto nitrico ( come NO <sub>3</sub> )	mg/l	8.9	50
- Cloruri	mg/l	8.9	200
Ferro	mg/l	0.03	0.2
Manganese	mg/l	0.02	0.05
PH (det.potenziometrica)		6.32	6.5-8.5
- Durezza totale (gradi Francesi)		18.3	15-50
- Alcalinità ( come HCO <sub>3</sub> )	mg/l	184	
- Ossidabilità	mg/l	0.9	0.5-5
Fosfati	mg/l	<0.04	0.4
Solfati	mg/l	10.5	150
Rame ( come Cu )	mg/l	<0.02	0.02
Zinco ( come Zn )	mg/l	0.09	0.5
Cromo VI ( come Cr )	mg/l	<0.02	0.05
Piombo (come Pb)	mg/l	<0.04	0.05

Piacenza 07.09.99

7 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)				
geometrico	X	temporale	idrogeologico	X
data del provvedimento di autorizzazione				

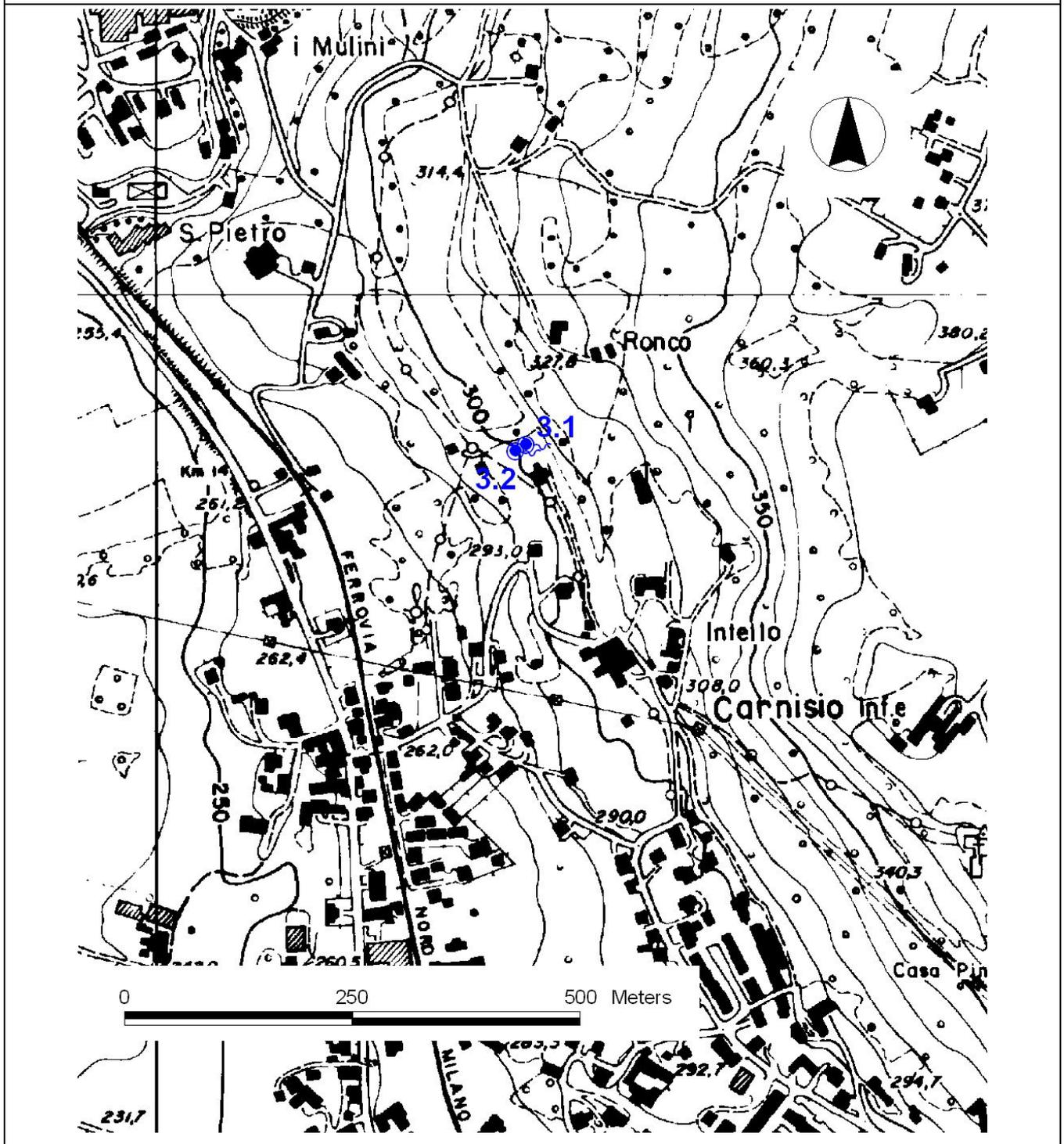


## SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE SORGENTI

### 1 - DATI IDENTIFICATIVI

n° di riferimento e denominazione	3.1, 3.2 "Intelo"	
Località	Intelo	
Comune	COQUIO TREVISAGO	
Provincia	VA	
Sezione CTR	A4b4	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Intelo I 1.475.405, 5.079.832, quota di sfioro 305,0 m s.l.m. Intelo II 1.475.387, 5.079.827, quota di sfioro 305,0 m s.l.m.	
Quota (m da p.c.)		

#### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



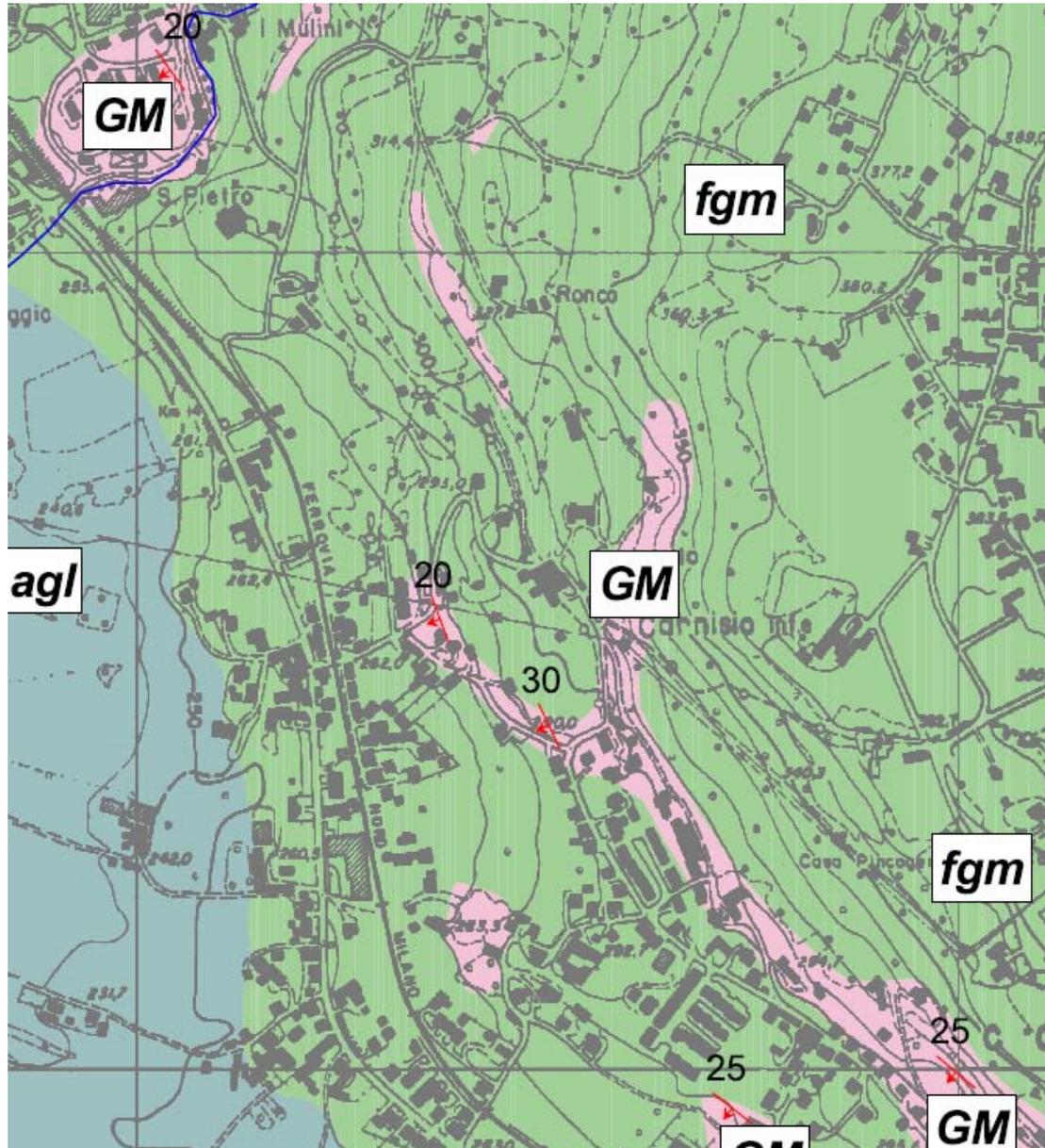
**2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE**

Tipo di emergenza	
Localizzata	X
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	X
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	X
Non captata	

**3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA**

Tipologia di utilizzo	<b>Idropotabile</b>
Portata utilizzata mc/a	<b>38.000 mc (2005) – 71.956 mc (2006) (Q1+Q2)</b>
Utilizzatore	<b>COMUNE</b>

## 4 – QUADRO GEOLOGICO



**Calccare di Moltrasio (GM)**

Formazione giurassica geneticamente non molto differente dal soprastante Calccare del Domaro, cui è separata da un limite transizionale caratterizzato dall'aumento del contenuto di selce e dalla diminuzione di frequenza e di spessore degli intervalli marnosi. La facies più tipica della formazione è costituita da calcari e calcari marnosi, talvolta dolomitici, colore grigio scuro in strati decimetrici, talvolta in banchi di spessore superiore al metro.

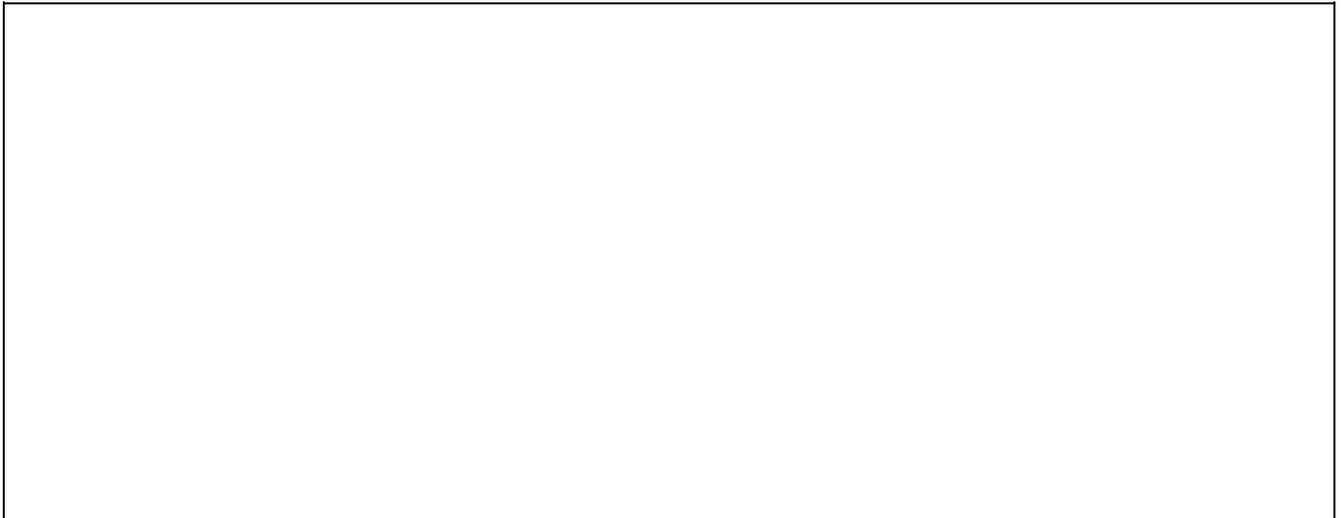
**Depositi fluvio-glaciali, morenici ed eluviali (fgm)**

Sotto questa denominazione sono racchiusi depositi eterogenei costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie in matrice limoso-sabbiosa; a volte intercalati livelli o lenti limoso-argillose o sabbioso-ghiaiose. Presenza di blocchi. Geneticamente sono ascrivibili ai depositi glaciali wurmiani (morene) o fluvio-glaciali più recenti; sono compresi in questa unità anche i depositi eluvio-colluviali di copertura. Lo strato d'alterazione superficiale è a volte modificato dall'intervento antropico. Il passaggio fra la zona alterata e pedogenizzata ed il deposito "sano" è transizionale (avviene generalmente nel giro di 1-2 metri) ed è marcato dalla diminuzione percentuale del contenuto in argille-limose a contenuto organico.

**Depositi fluviali, fluvio-glaciali e lacustri medio-fini (agl)**

Depositi eterogenei costituiti prevalentemente da sabbie sciolte con forte componente micacea e limi talvolta a laminazione obliqua in varia percentuale: presenza di livelli o lenti ghiaioso-sabbiose e/o ciottolose anche di entità rilevante. A volte intercalazioni torbose.

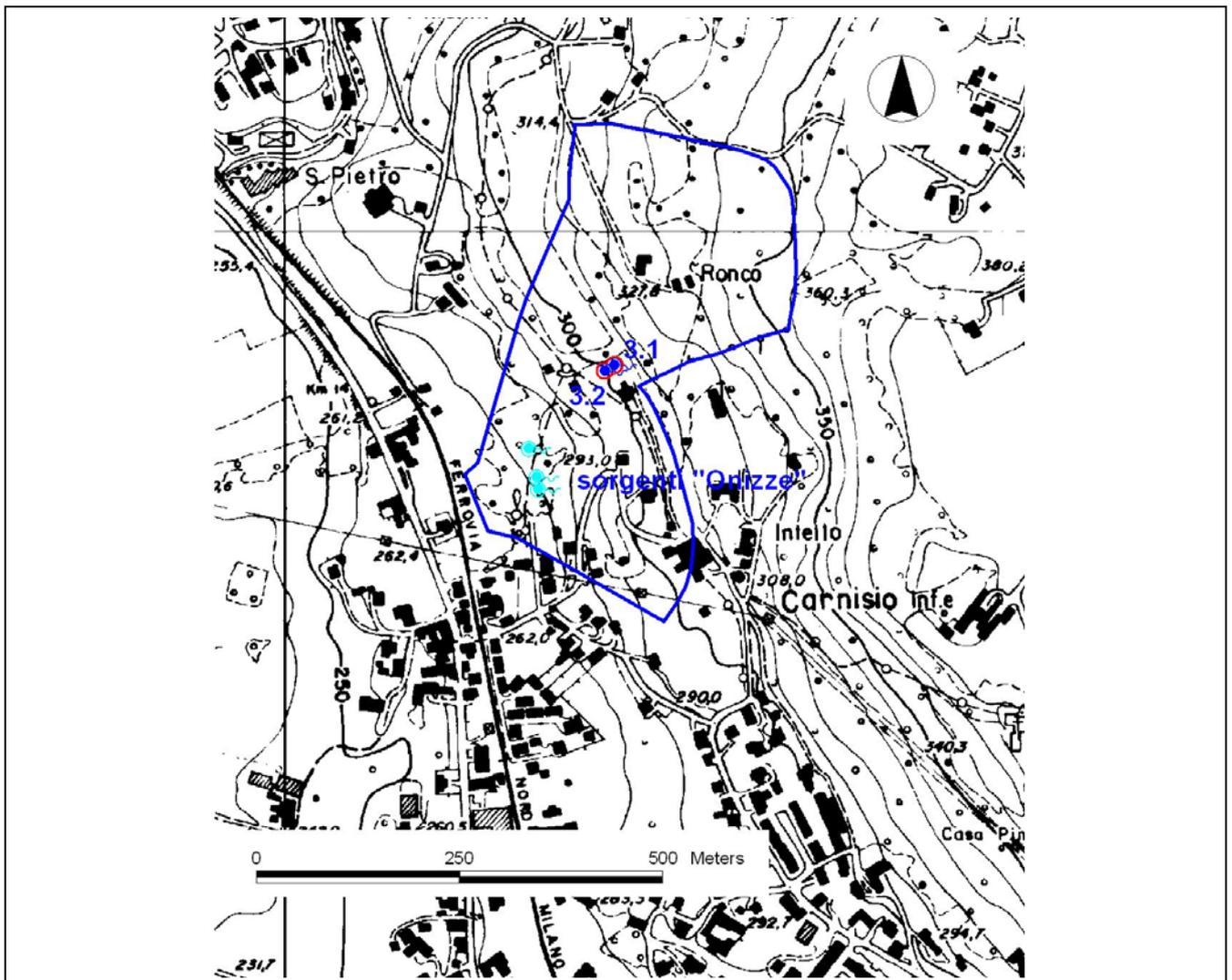
5 - DATI CHIMICO-FISICI



6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

geometrico		idrogeologico	X
------------	--	---------------	---

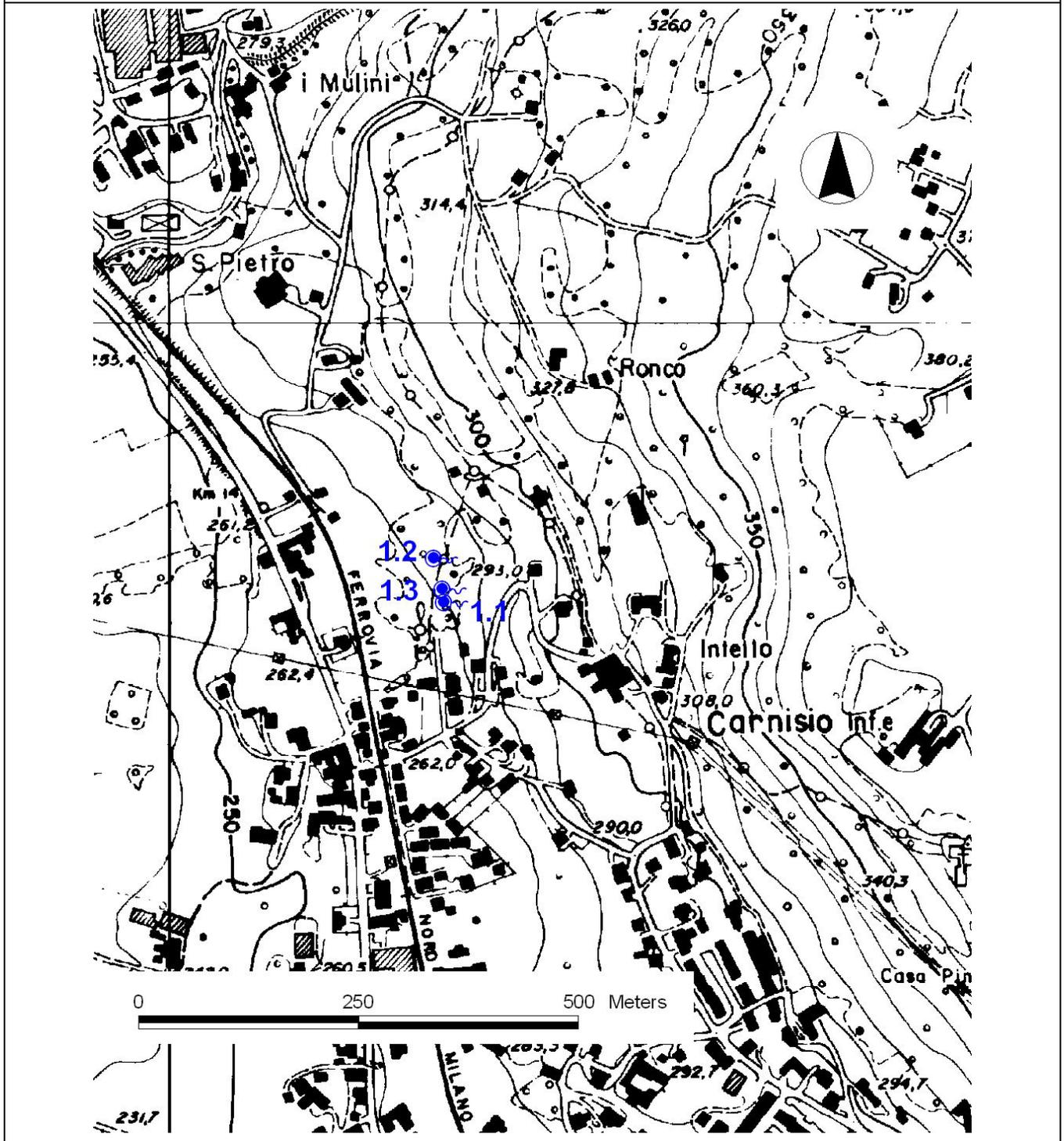


## SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE SORGENTI

### 1 - DATI IDENTIFICATIVI

n° di riferimento e denominazione	1.1, 1.2, 1.3 "Onizze"
Località	ONIZZE
Comune	COQUIO TREVISAGO
Provincia	VA
Sezione CTR	A4b4
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Onizze I 1.475.310, 5.079.677, quota di sfioro 265,0 m s.l.m. Onizze II 1.475.301, 5.079.731, quota di sfioro 266,0 m s.l.m.
Quota (m da p.c.)	Onizze III 1.475.308, 5.079.693, quota di sfioro 265,0 m s.l.m.

#### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



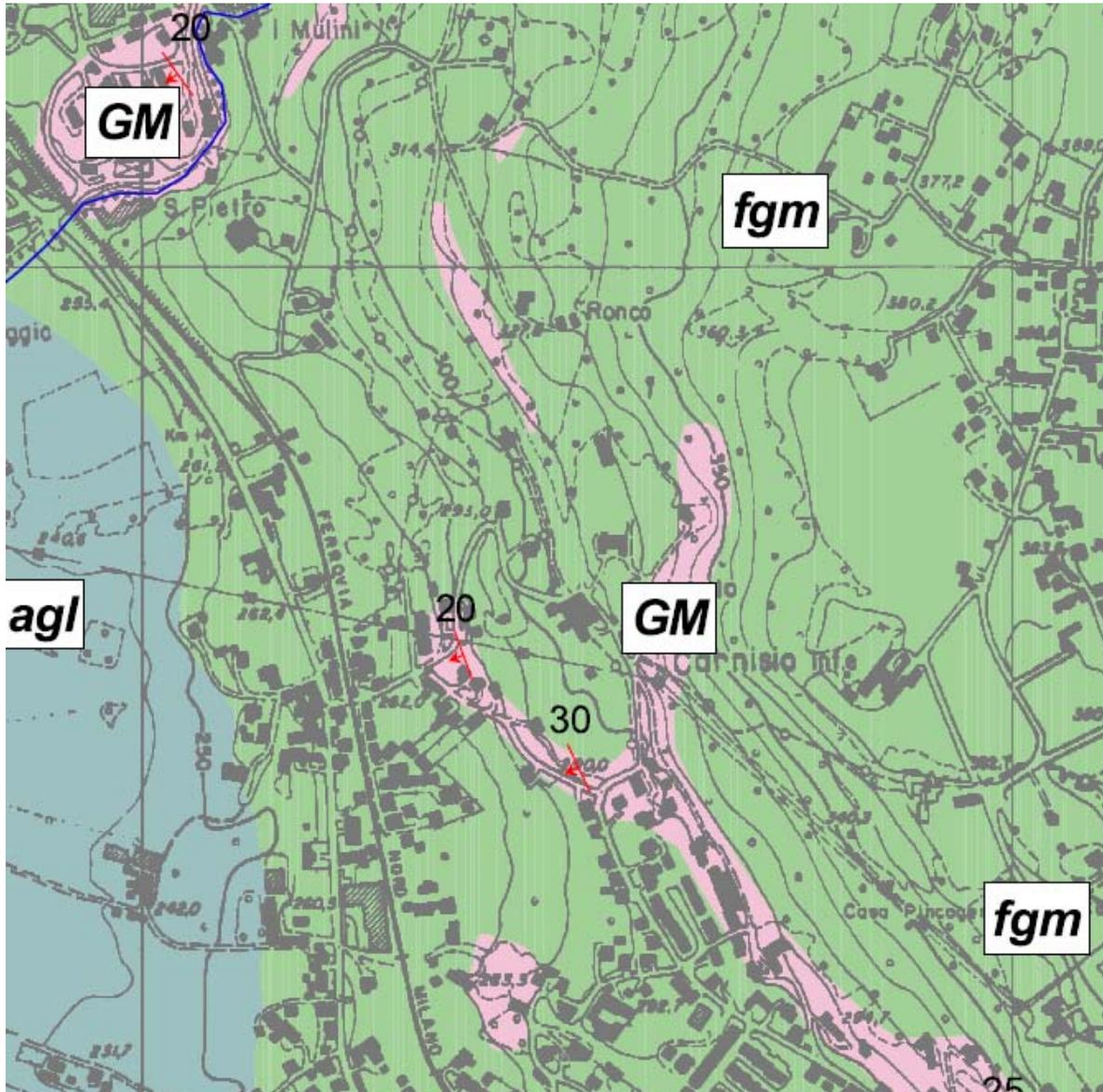
**2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE**

Tipo di emergenza	
Localizzata	
Diffusa	
Fronte sorgivo	X
Regime	
Perenne	X
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	X
Non captata	

**3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA**

Tipologia di utilizzo	<b>Idropotabile</b>
Portata utilizzata mc/a	176.143 mc (2005) - 105.202 mc (2006) (Q1+Q2+Q3)
Utilizzatore	COMUNE

## 4 – QUADRO GEOLOGICO

**Calcare di Moltrasio (GM)**

Formazione giurassica geneticamente non molto differente dal soprastante Calcare del Domaro, cui è separata da un limite transizionale caratterizzato dall'aumento del contenuto di selce e dalla diminuzione di frequenza e di spessore degli intervalli marnosi. La facies più tipica della formazione è costituita da calcari e calcari marnosi, talvolta dolomitici, colore grigio scuro in strati decimetrici, talvolta in banchi di spessore superiore al metro.

**Depositi fluvio-glaciali, morenici ed eluviali (fgm)**

Sotto questa denominazione sono racchiusi depositi eterogenei costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie in matrice limoso-sabbiosa; a volte intercalati livelli o lenti limoso-argillose o sabbioso-ghiaiose. Presenza di blocchi. Geneticamente sono ascrivibili ai depositi glaciali wurmiani (morene) o fluvio-glaciali più recenti; sono compresi in questa unità anche i depositi eluvio-colluviali di copertura. Lo strato d'alterazione superficiale è a volte modificato dall'intervento antropico. Il passaggio fra la zona alterata e pedogenizzata ed il deposito "sano" è transizionale (avviene generalmente nel giro di 1-2 metri) ed è marcato dalla diminuzione percentuale del contenuto in argille-limose a contenuto organico.

**Depositi fluviali, fluvio-glaciali e lacustri medio-fini (agl)**

Depositi eterogenei costituiti prevalentemente da sabbie sciolte con forte componente micacea e limi talvolta a laminazione obliqua in varia percentuale: presenza di livelli o lenti ghiaioso-sabbiose e/o ciottolose anche di entità rilevante. A volte intercalazioni torbose.

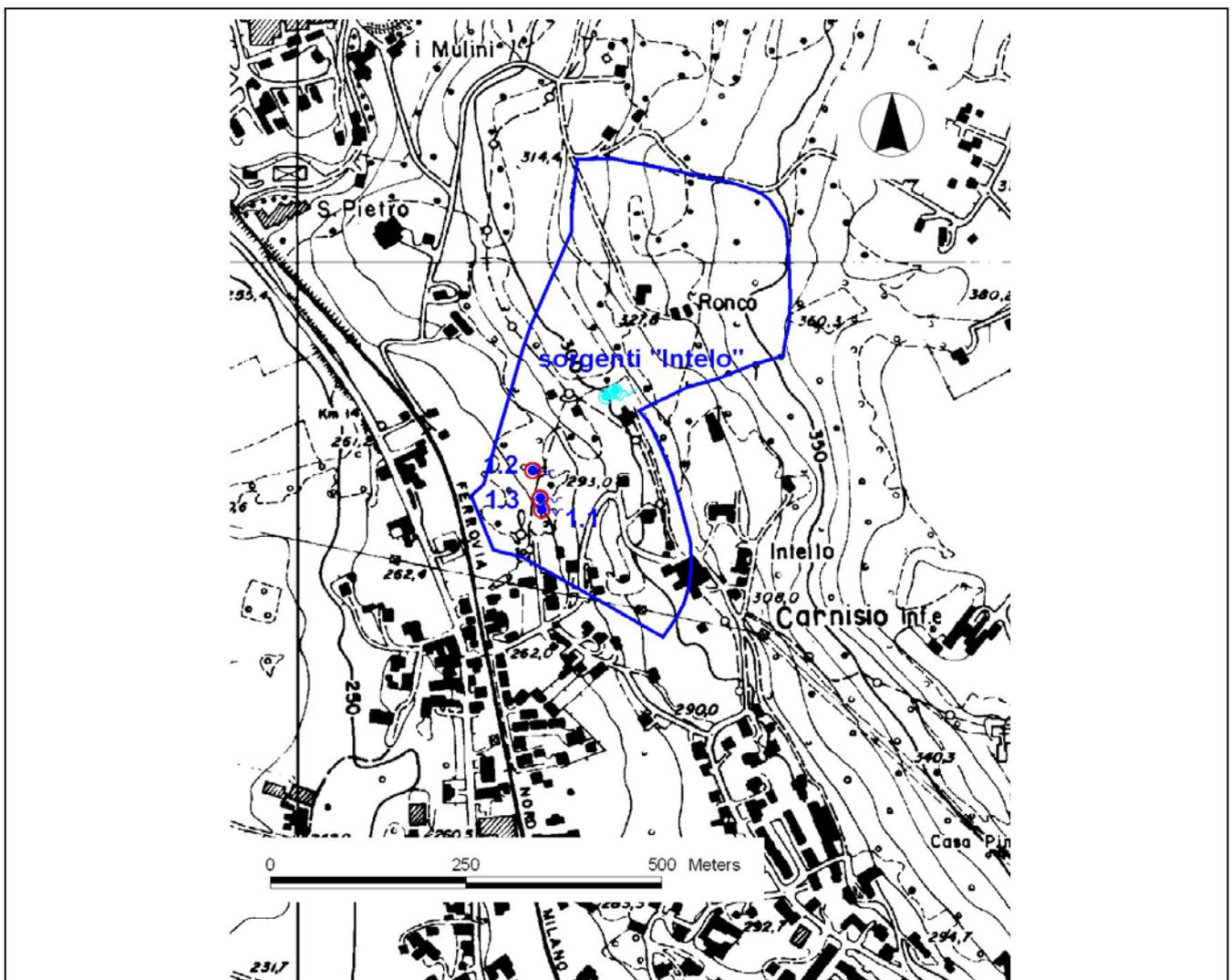
## 5 - DATI CHIMICO-FISICI

Vedasi allegati in coda alla scheda

## 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

## CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

geometrico		idrogeologico	X
------------	--	---------------	---

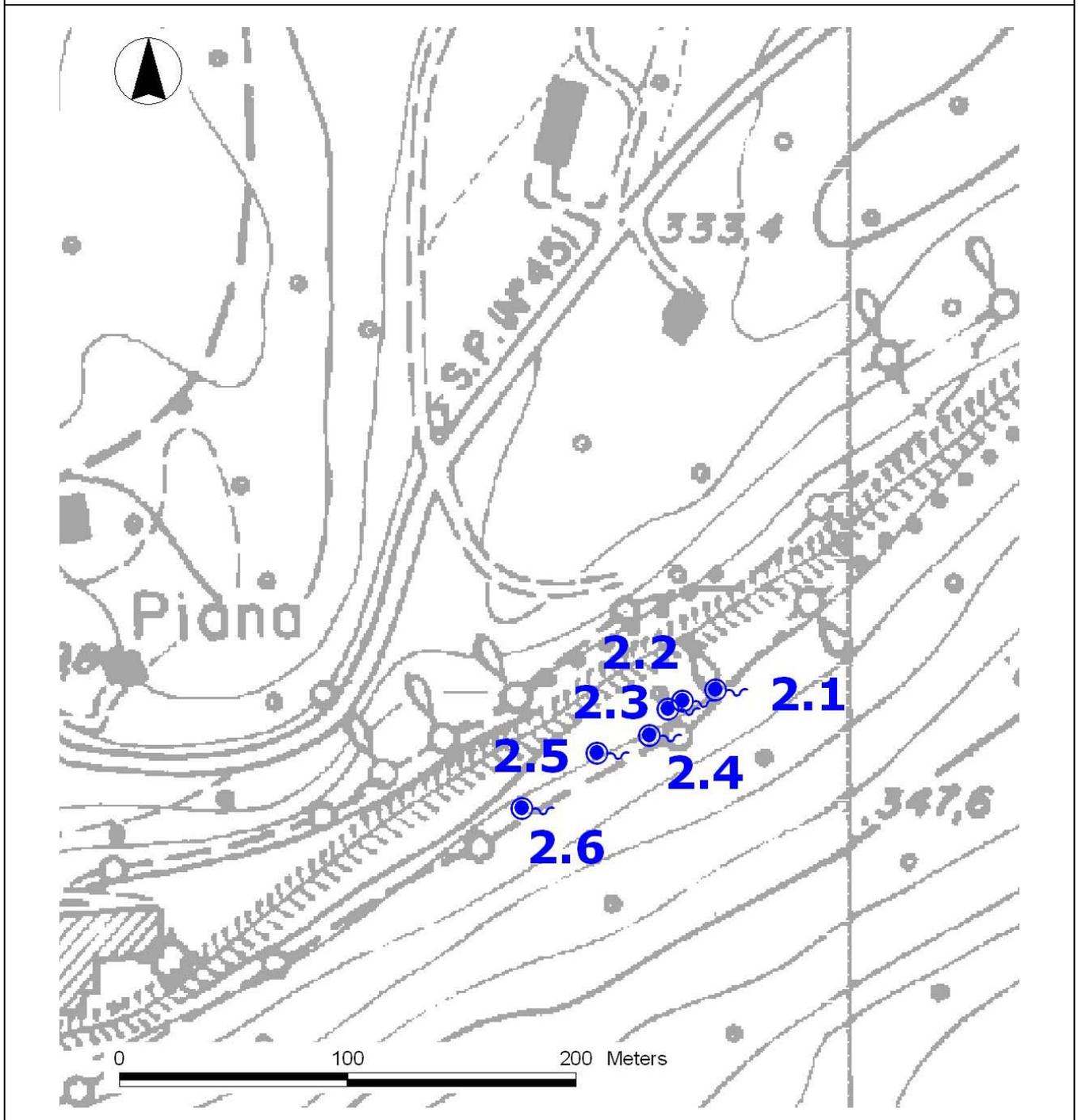


## SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE SORGENTI

### 1 - DATI IDENTIFICATIVI

n° di riferimento e denominazione	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 "Viganella"
Località	Roggia Viganella
Comune	COQUIO TREVISAGO
Provincia	VA
Sezione CTR	A4b3
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Viganella 2.1 1.475.941, 5.080.628, quota di sfioro 304,0 m s.l.m. Viganella 2.2 1.475.927, 5.080.623, quota di sfioro 302,0 m s.l.m. Viganella 2.3 1.475.921, 5.080.620, quota di sfioro 302,0 m s.l.m. Viganella 2.4 1.475.912, 5.080.608, quota di sfioro 305,0 m s.l.m. Viganella 2.5 1.475.889, 5.080.600, quota di sfioro 300,0 m s.l.m. Viganella 2.6 1.475.856, 5.080.576, quota di sfioro 300,0 m s.l.m.
Quota (m da p.c.)	

#### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



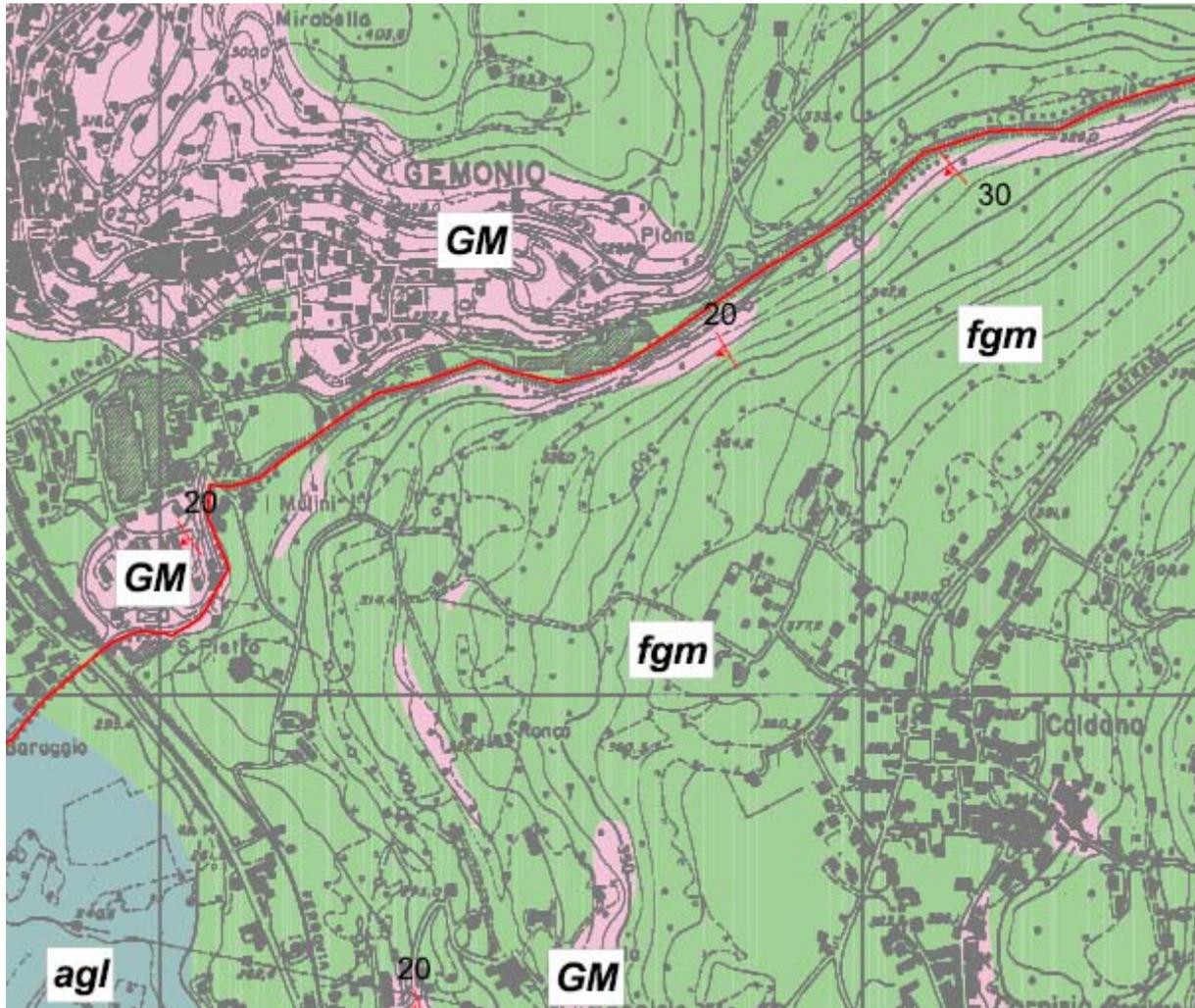
**2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE**

Tipo di emergenza	
Localizzata	X
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	X
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	X
Non captata	

**3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA**

Tipologia di utilizzo	<b>Idropotabile</b>
Portata utilizzata mc/a	<b>Portata media erogata 32 mc/h (Q1+Q2+Q3+Q4+Q5+Q6)</b>
Utilizzatore	<b>COMUNE</b>

## 4 – QUADRO GEOLOGICO

**Calcare di Moltrasio (GM)**

Formazione giurassica geneticamente non molto differente dal soprastante Calcare del Domaro, cui è separata da un limite transizionale caratterizzato dall'aumento del contenuto di selce e dalla diminuzione di frequenza e di spessore degli intervalli marnosi. La facies più tipica della formazione è costituita da calcari e calcari marnosi, talvolta dolomitici, colore grigio scuro in strati decimetrici, talvolta in banchi di spessore superiore al metro.

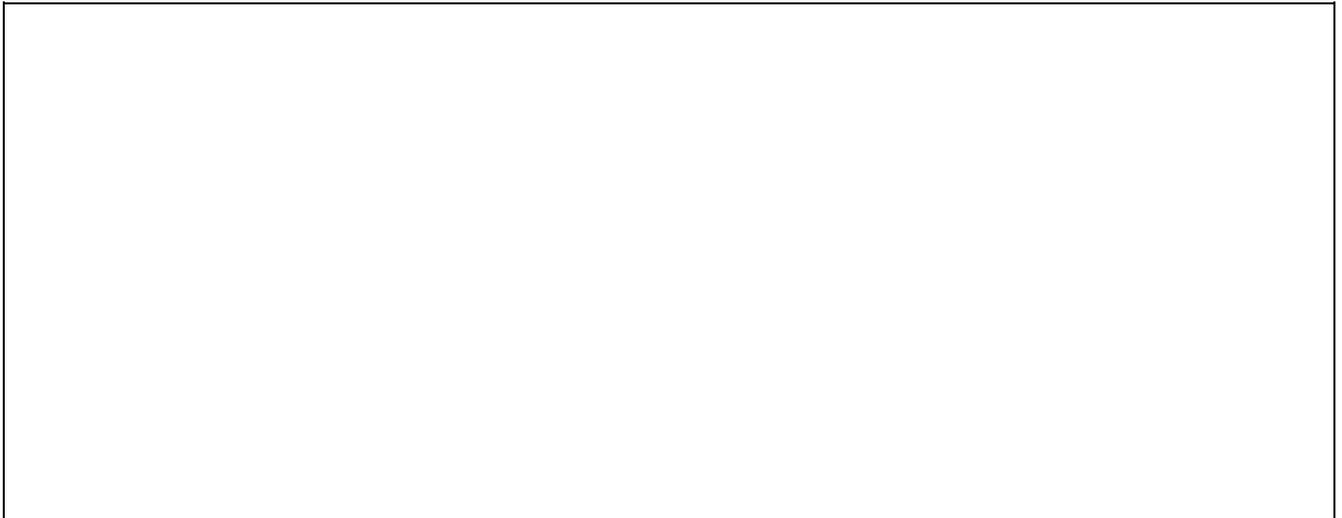
**Depositi fluvio-glaciali, morenici ed eluviali (fgm)**

Sotto questa denominazione sono racchiusi depositi eterogenei costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie in matrice limoso-sabbiosa; a volte intercalati livelli o lenti limoso-argillose o sabbioso-ghiaiose. Presenza di blocchi. Geneticamente sono ascrivibili ai depositi glaciali wurmiani (morene) o fluvio-glaciali più recenti; sono compresi in questa unità anche i depositi eluvio-colluviali di copertura. Lo strato d'alterazione superficiale è a volte modificato dall'intervento antropico. Il passaggio fra la zona alterata e pedogenizzata ed il deposito "sano" è transizionale (avviene generalmente nel giro di 1-2 metri) ed è marcato dalla diminuzione percentuale del contenuto in argille-limose a contenuto organico.

**Depositi fluviali, fluvio-glaciali e lacustri medio-fini (agl)**

Depositi eterogenei costituiti prevalentemente da sabbie sciolte con forte componente micacea e limi talvolta a laminazione obliqua in varia percentuale: presenza di livelli o lenti ghiaioso-sabbiose e/o ciottolose anche di entità rilevante. A volte intercalazioni torbose.

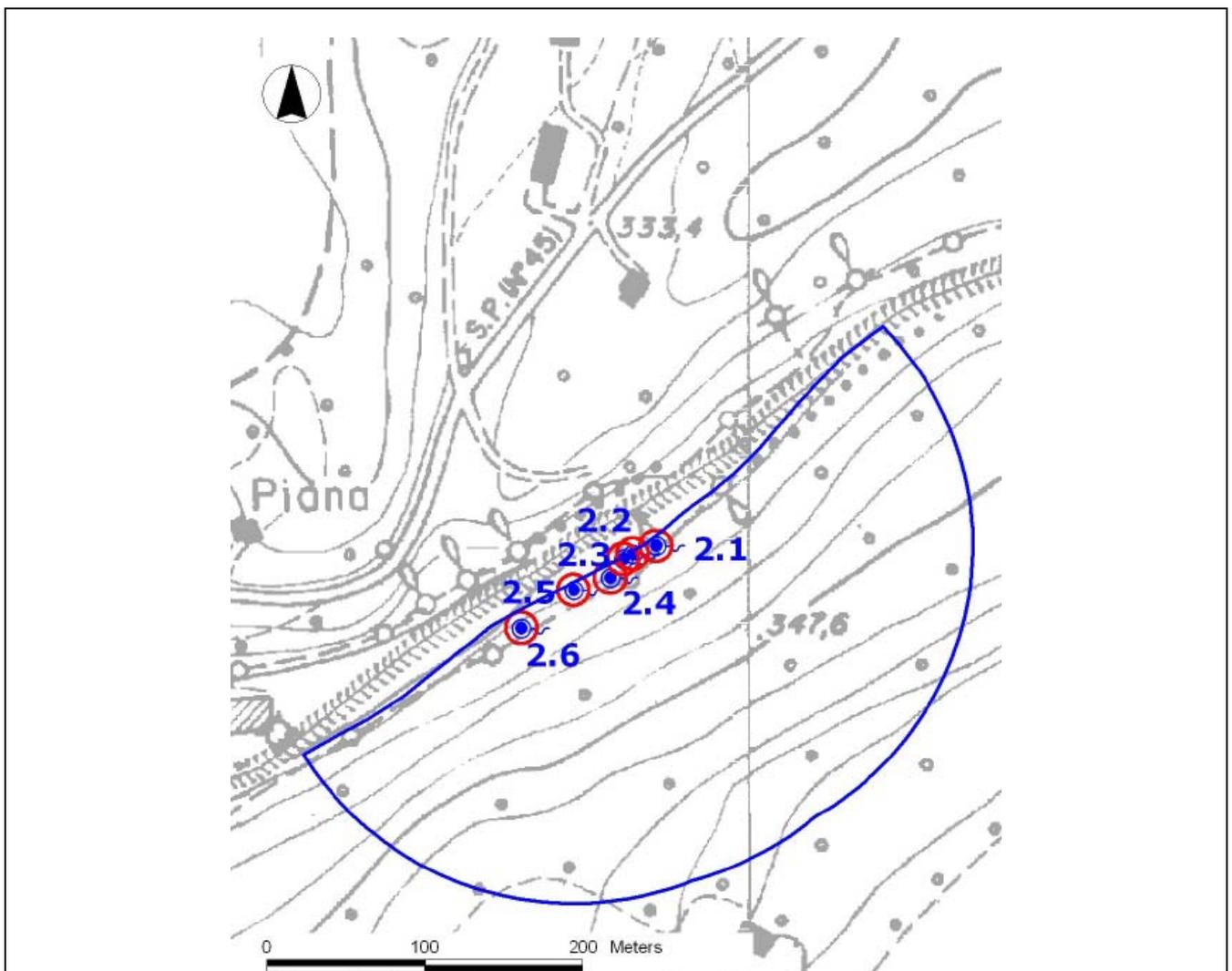
## 5 - DATI CHIMICO-FISICI



## 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

## CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

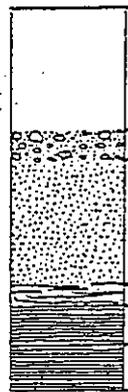
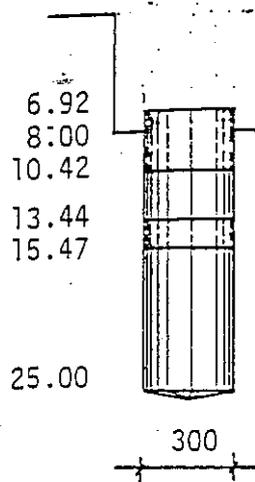
geometrico	X	idrogeologico
------------	---	---------------



## APPENDICE C

### *STRATIGRAFIE POZZI PER ACQUA*

VA	COCQUIO TREVISAGO	A.P.G. - ex F.lli Rocchetto - via Dante 17	21/1
----	-------------------	---	------



Avampozzo	8.00
Ghiaietto e poca sabbia	10.00
Sabbia fine sporca	18.00
Sabbia fine argillosa	19.50
Argilla sabbiosa durissima	22.00
Argilla scura littosa	25.00

F.
Tav.
Qt. 251
sez. A4 b4
Riempimento da 19.47 a 25.00

(3447)

DITTA PERFORATRICE  
Stierlin

DATA  
Luglio 1959

L.S.  
7.60

L.D.

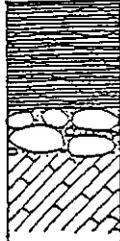
q (l/sec)

VA

COCQUIO TREVISAGO

Ospizio Sacra Famiglia

22



Terreno vegetale

0.50

F.

Argilla e trovanti

7.00

Tav.

Trovanti e ghiaia

10.00

Qt. 305

Roccia

15.00

sez. A4 c4

DITTA PERFORATRICE

Panelli

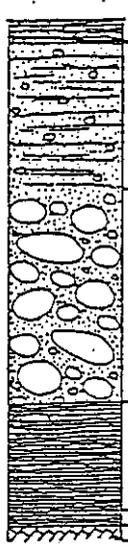
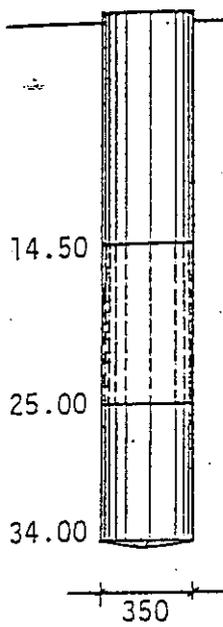
DATA

L.S.

L.D.

Q(1/1000)

VA	COCQUIO TREVISAGO	Oxicolor - S. Andrea	23
----	-------------------	----------------------	----

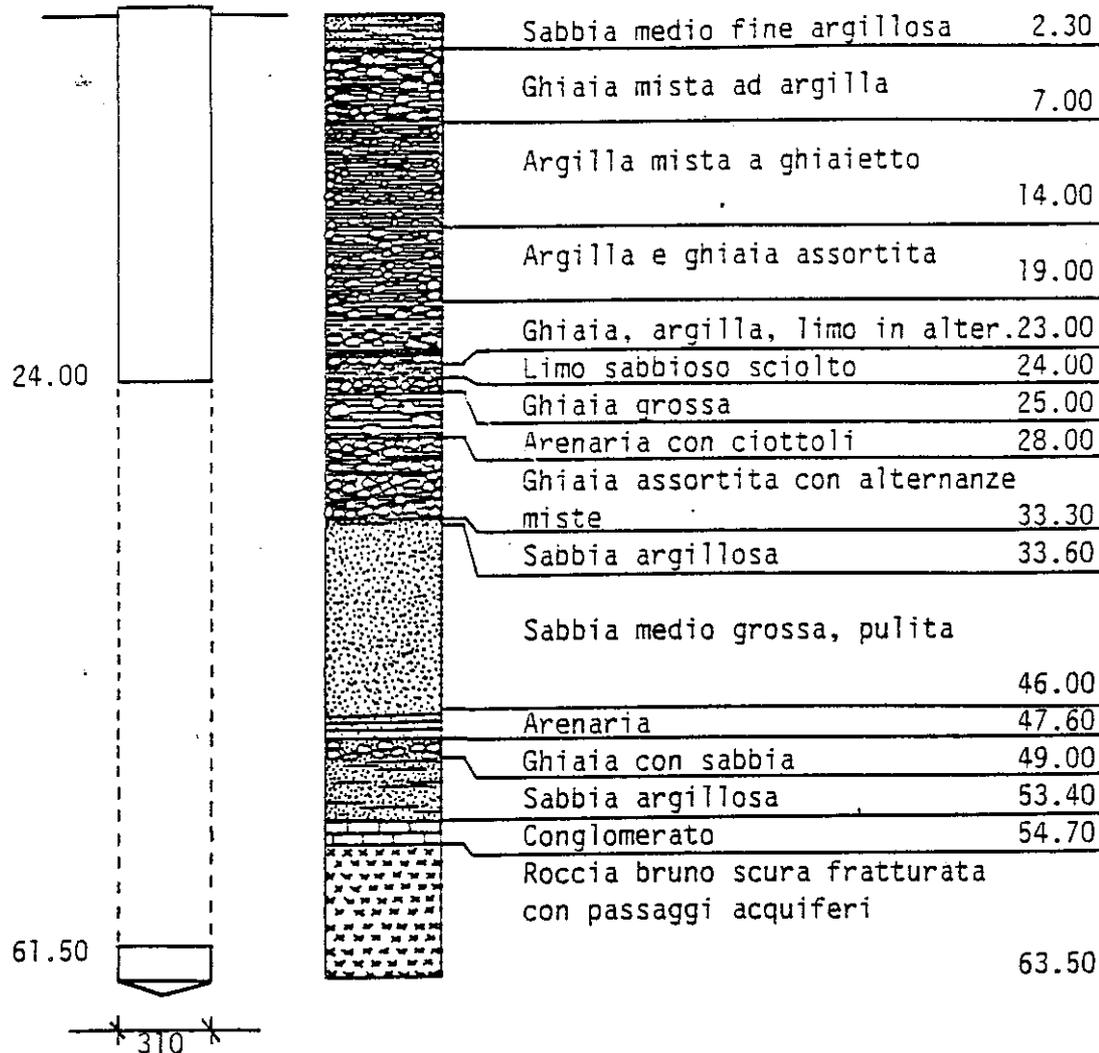


Terreno vegetale	1.00
Sabbia argillosa e poca ghiaia	11.00
Sabbia fine e finissima con ciottoli	25.00
Argilla sabbiosa compatta e ciottoli, dura	32.00
Argilla sabbiosa e ciottoli	33.50
Roccia	34.00

F.
Tav.
Qt. 261
sez. A4 c4

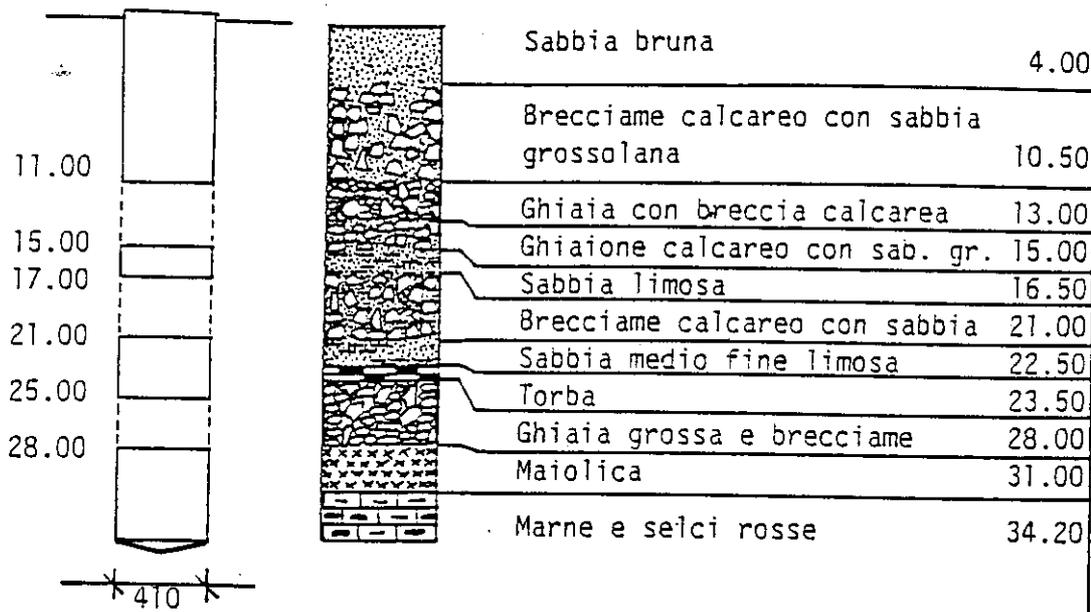
DITTA PERFORATRICE	Idromilan
DATA	21/11/1973
L.S.	10.00
L.P.	17.00
Q (l/sec)	5.00

VA	GEMONIO	Amm. Com. di Caravate - Ex Riseria Curti	1
----	---------	--	---



F. A4
Tav.
Sez. A4b3
Qt. 252
Mapp.
Ditta Costrut. IPTA
Data 1971
L.S. -13.0
L.D. 39.0
Q (l/sec) 22.0

VA	GEMONIO	Ex Ditta Compimex SPA - Via Breccia 1	2
----	---------	---------------------------------------	---



F. A4

Tav.

Sez. A4b3

Qt. 250

Mapp. 1092

Ditta Costrut.

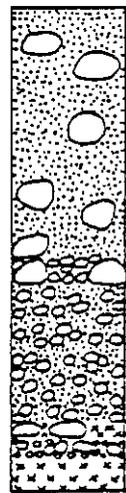
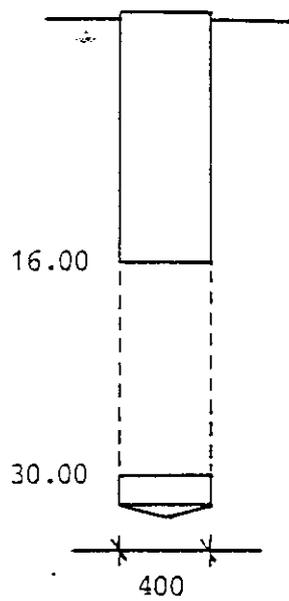
Data  
1967

L.S.

L.D.

Q (l/sec)  
41.0

VA	GENONIO	Ex Compimex SpA - Via Breccia 1	3
----	---------	---------------------------------	---



Terreno sabbioso con ciottoli

Ghiaia con ciottoli

Ghiaia con sabbia grossa

Ciottoli grossi e roccia

Ghiaia bianca

Roccia

0.00

16.50

18.50

27.50

28.30

30.00

32.00

F. A4

Tav.

Sez. A4b3

Qt.

Mapp.

Ditta Costrut.  
I.P.T.A.

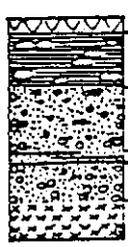
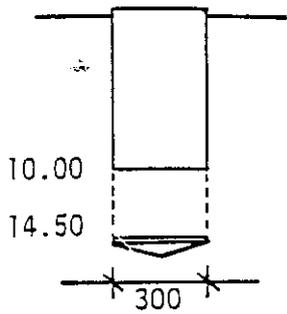
Data  
1979

L.S.  
13.0

L.D.  
14.3

Q (l/sec)  
15.0

VA	GEMONIO	Cementeria Rusconi	21
----	---------	--------------------	----



Terreno di riporto	1.00
Argilla con sassi	4.70
Sabbia con ghiaietto	9.00
Argilla sabbiosa	9.80
Sabbia con ghiaietto	12.30
Roccia	14.60

F. A4  
Tav.  
Sez. A4b3  
Qt. 250  
Mapp. 558

Ditta Costrut.  
P.A.R.M.A.  
Data  
1958  
L.S.  
-4.15  
L.D.  
-11.0  
Q (l/sec)  
3.0

VA	GAVIRATE	Tintoria Falchi - via IV Novembre	21/02
----	----------	-----------------------------------	-------

	Terreno di riporto	1.80	F.
	Ghiaia compatta	6.00	Tav.
	Trovanti	7.30	qt. 241
	Ghiaia compatta	9.20	sez. A4 c4
	Ghiaia compatta e conglomerato	19.00	
	Trovanti	19.80	
	Roccia	35.20	

DITTA PERFORATRICE

Panelli

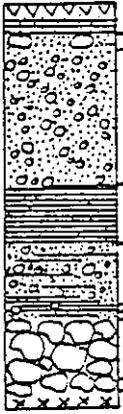
DATA

1956

L.S.

L.D.

Q (l/sec)

VA	AZZIO	Amm. com. - V. Marconi	1
			F. A4
			Tav.
			Sez. A4c3
			Qt. 377 m
			Mapp.
			
		Argilla sabbiosa scura 2.00	
		Sabbia con ciottoli 3.00	
		Sabbia pressata con ghiaia asciutta 12.00	
		Argilla sabbiosa 18.50	
		Sabbia argillosa con ghiaia 20.00	
		Argilla con ghiaia 20.50	
		Sabbia argillosa pressata 21.00	
		Trovanti molto grossi 25.00	
		Trovanti 25.80	
		Roccia grigio scura 26.70	
			PROVA DI PORTATA 2989 L.S. = P.C. Q l/min L.D. 200 -2.60 300 -5.60 390 -10.50
			Ditta Costrut.
			Data 1971
			L.S. 0,0
			L.D. 5,6
			Q (l/sec) 5



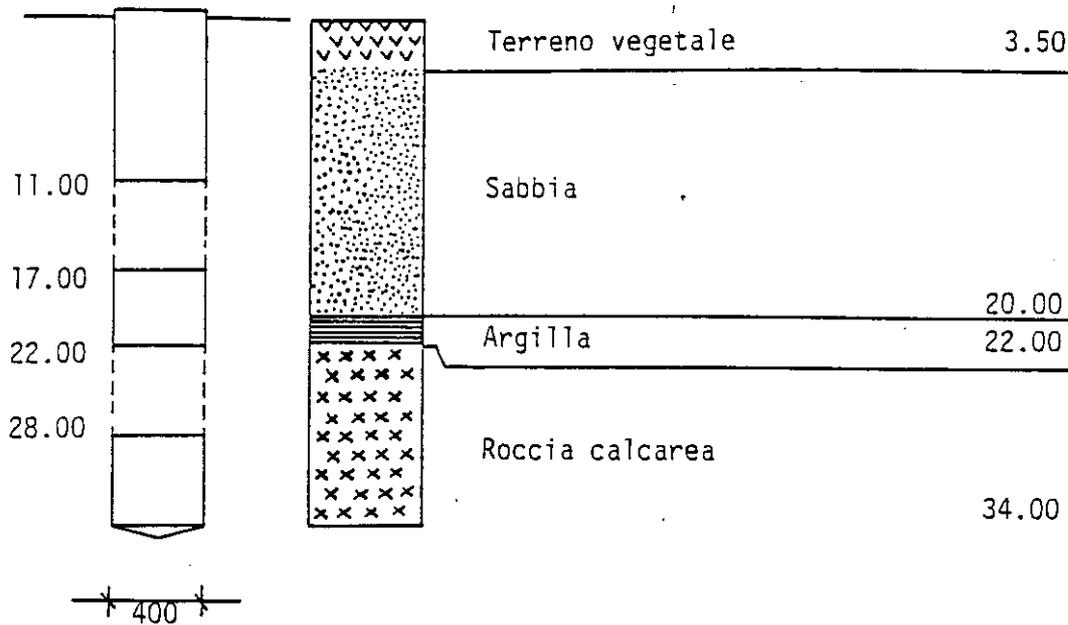
VA	AZZIO	Ditta Mascioni	23
			F. A4
3.00		Ghiaia e ciottoli 1.50	Tav.
5.00		Sabbia con ghiaia press. 2.00	Sez. A4c3
		Trovanti 3.50	Qt. 370
10.00		Ghiaia con sabbia press. 5.00	Mapp.
11.00		Argilla sabbiosa 7.00	
		Marna durissima 12.00	
		Argilla sabbiosa 21.50	
22.00		Trovanti 22.50	
		Ghiaia con ciottoli 27.00	
27.00		Arenaria 31.50	
30.00		Marna 33.50	
31.00		Trovanti 36.50	
32.00		Roccia fessurata 38.00	
33.00		Trovanti 41.00	
34.00		Trov. di roccia fess. 43.00	
35.00		Trovanti 46.50	
36.00		Roccia 47.00	
37.00			
38.00			
39.00			
40.00			
41.00			
42.00			
43.00			
44.00			
45.00			
46.00			
47.00			
	323		
			Ditta Costrut. Brizzolara
			Data 1971
			L.S. 24.0
			L.D. 40.0
			Q (l/sec) 6.0

VA

CARAVATE

Amm. Com. - Via I° Maggio

2



F. A4

Tav.

Sez. A4b3

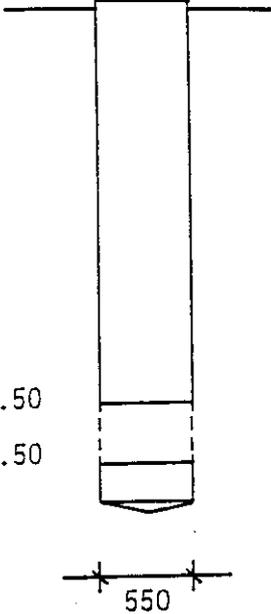
Qt. 252

Mapp. 842

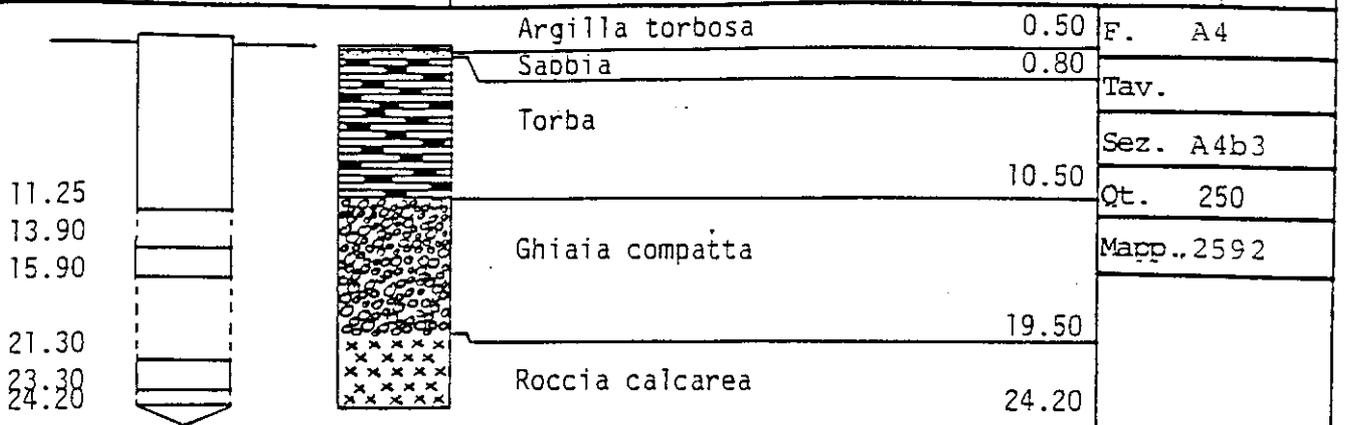
Ditta Costrut.  
IPTA

Data 1984

L.S.  
5.0L.D.  
10.0Q (l/sec)  
6.0

	VA	CARAVATE	Cementeria Rusconi - Loc. Fornazze		21
			Terreno coltivo	0.80	F. A4
			Ghiaia, poca sabbia e ciottoli	8.20	Tav.
			Ghiaia e argilla sabbiosa		Sez. A4b3
				13.00	Qt. 252
			Sabbia argillosa con qualche ciottolo	19.00	Mapp. 569
			Sabbia argillosa con ghiaia	21.80	
			Trovanti	24.50	
			Argilla con ciottoli	26.00	
			Ghiaia e sabbia	29.30	
			Sabbia e poca ghiaia	30.00	
			Ghiaia e sabbia	31.00	
			Roccia	33.00	
					Ditta Costrut.
					Data 1965
					L.S. 7.5
					L.D. 23.0
					Q (l/sec) 6.0

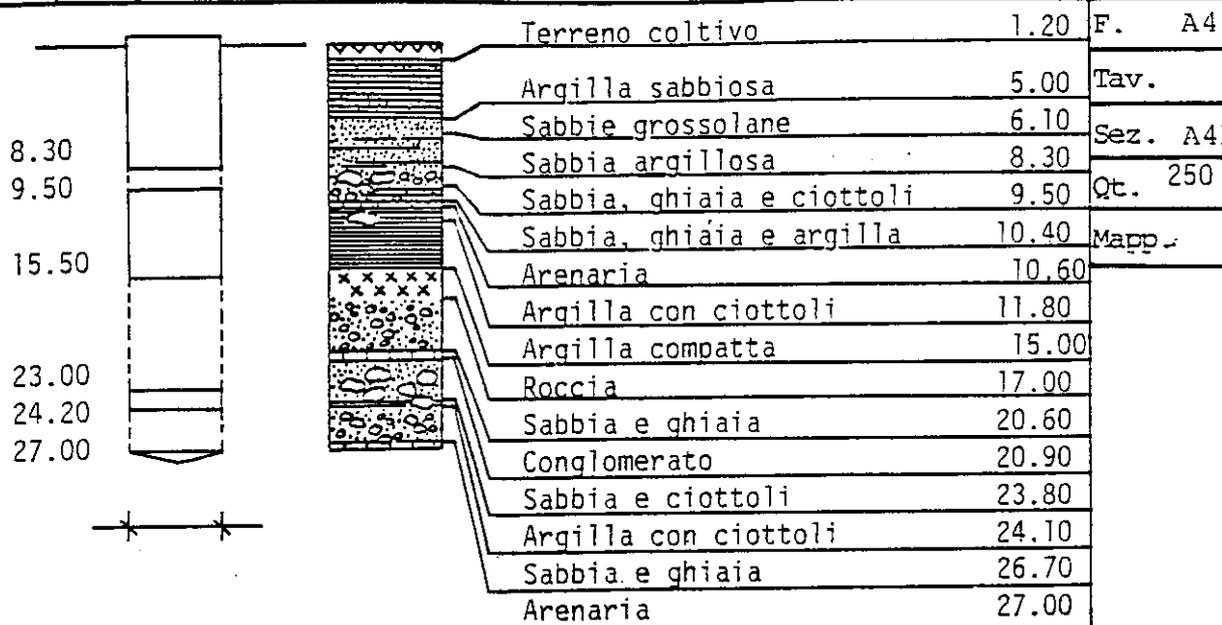
	VA	CARAVATE	Cementeria Rusconi - dietro Off. Mecc.	22
--	----	----------	--	----



F.	A4
Tav.	
Sez.	A4b3
Qt.	250
Mapp.	2592

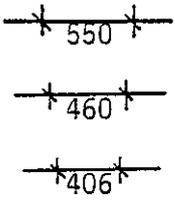
Ditta Costrut.	
Data	
L.S.	-2.0
L.D.	17.0
Q (l/sec)	15.0

VA	CARAVATE	Amm. Com. - Loc. Canton d'Oro - Chiedo	1
----	----------	--	---



Ditta Costrut.	
Data	1959
L.S.	6.3
L.D.	21.5
Q (1/sec)	7.0

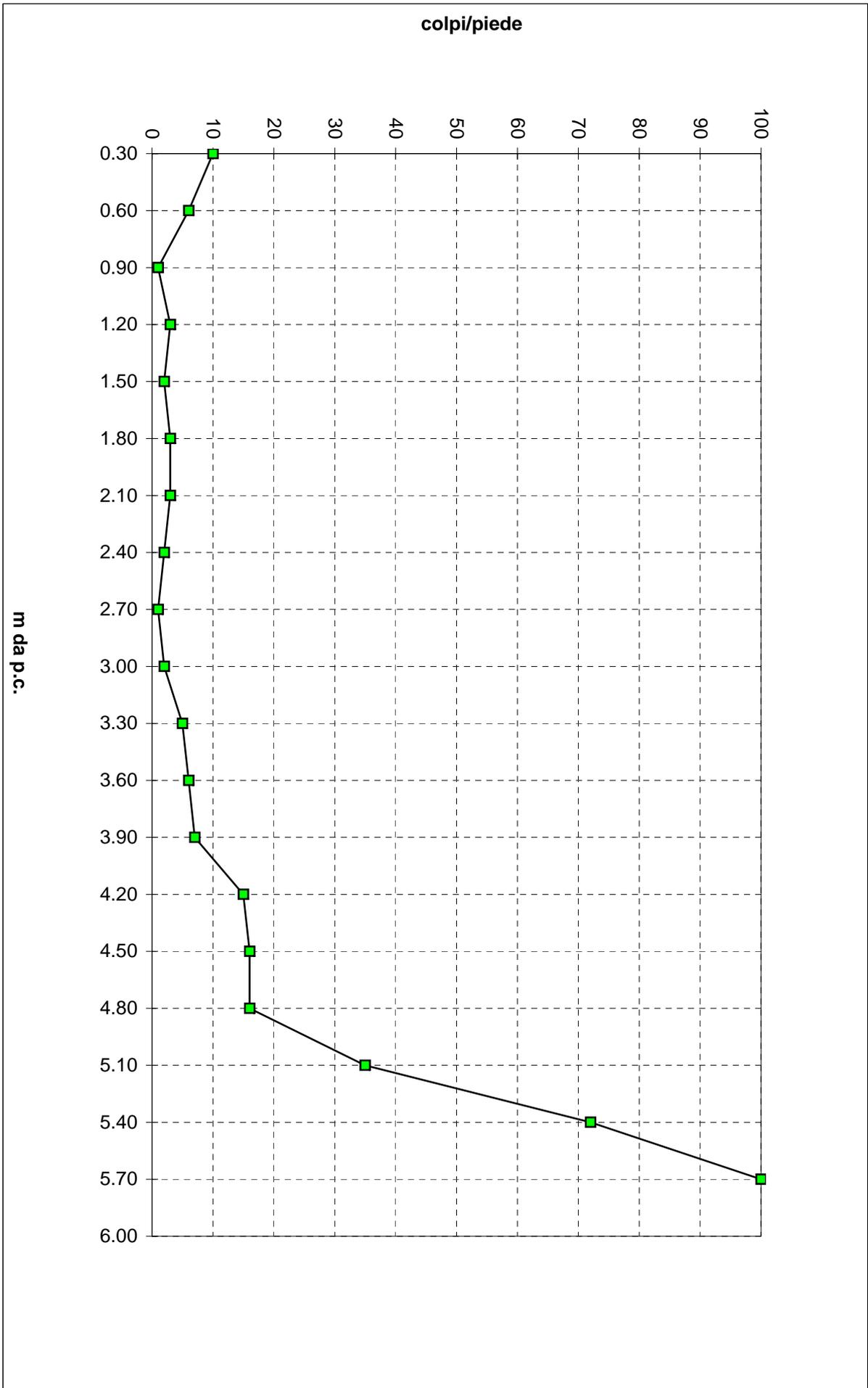
VA	CARAVATE	I.N.D.A. SPA - Loc. Pozzei		23
		Terreno coltivo	1.50	F. A4
				Tav.
		Argilla azzurra		Sez. A4b3
				Qt. 230250
				Mapp. 1730
			19.00	
22.50		Argilla azzurra plastica	20.50	
25.50		Ciottoli e argilla	22.50	
		Ghiaia, sabbia e grumi di arg.	25.50	
		Ghiaietto compatto e sabbia	28.00	
		Argilla cenere con ghiaia	36.00	
36.00				
42.00		Ghiaietto, ghiaia e sabbia scura		
44.00				
47.00				
49.50			50.10	
54.00		Trovanti con ghiaia e ghiaietto	55.50	
		Roccia grigio scura	58.00	
				Ditta Costrut. SACCO
				Data 1965
				L.S. 6.0
				L.D. 32.0
				Q (l/sec) 17.0



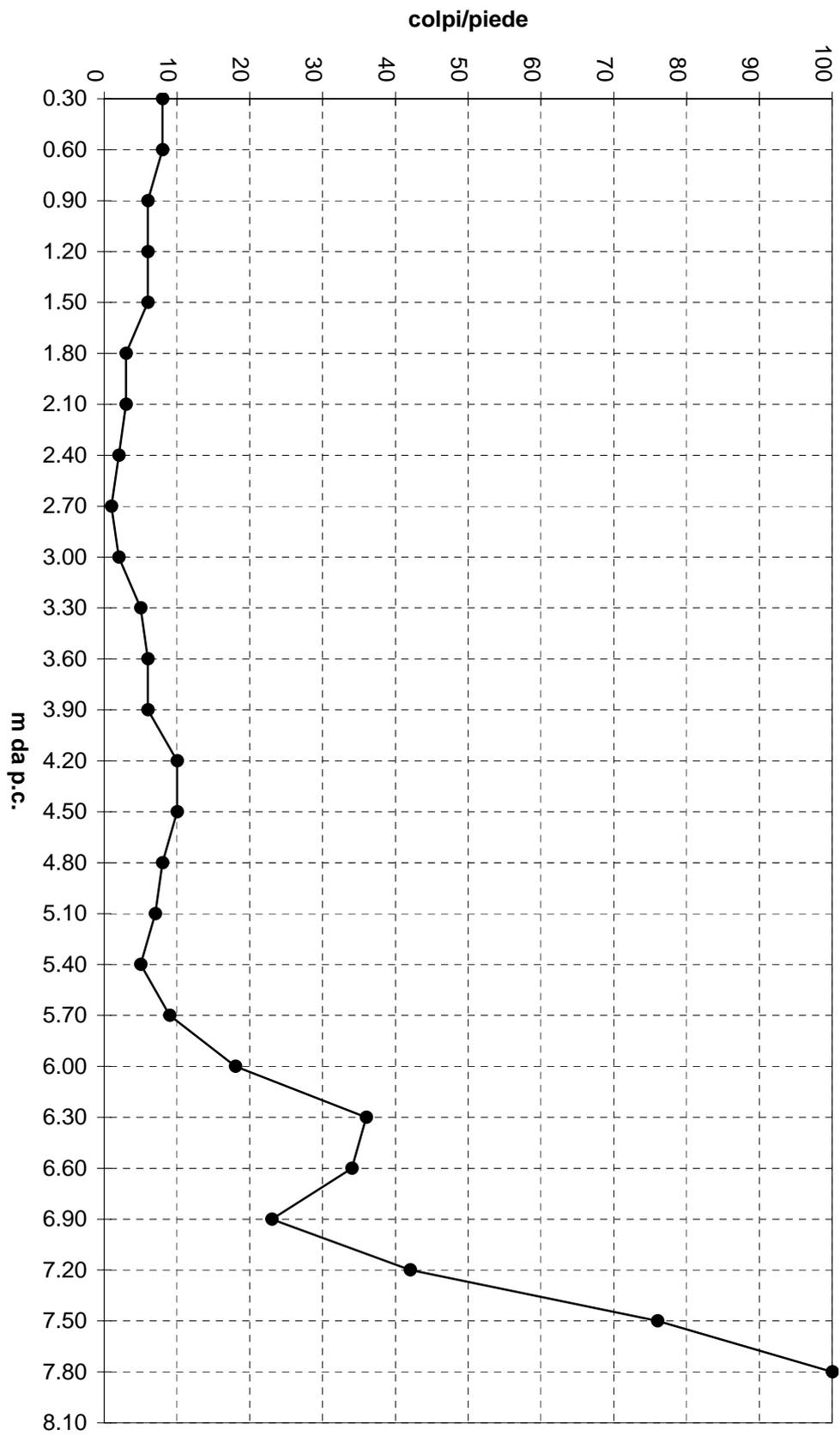
## APPENDICE D

### *INDAGINI GEOGNOSTICHE E RILIEVI GEOMECCANICI*

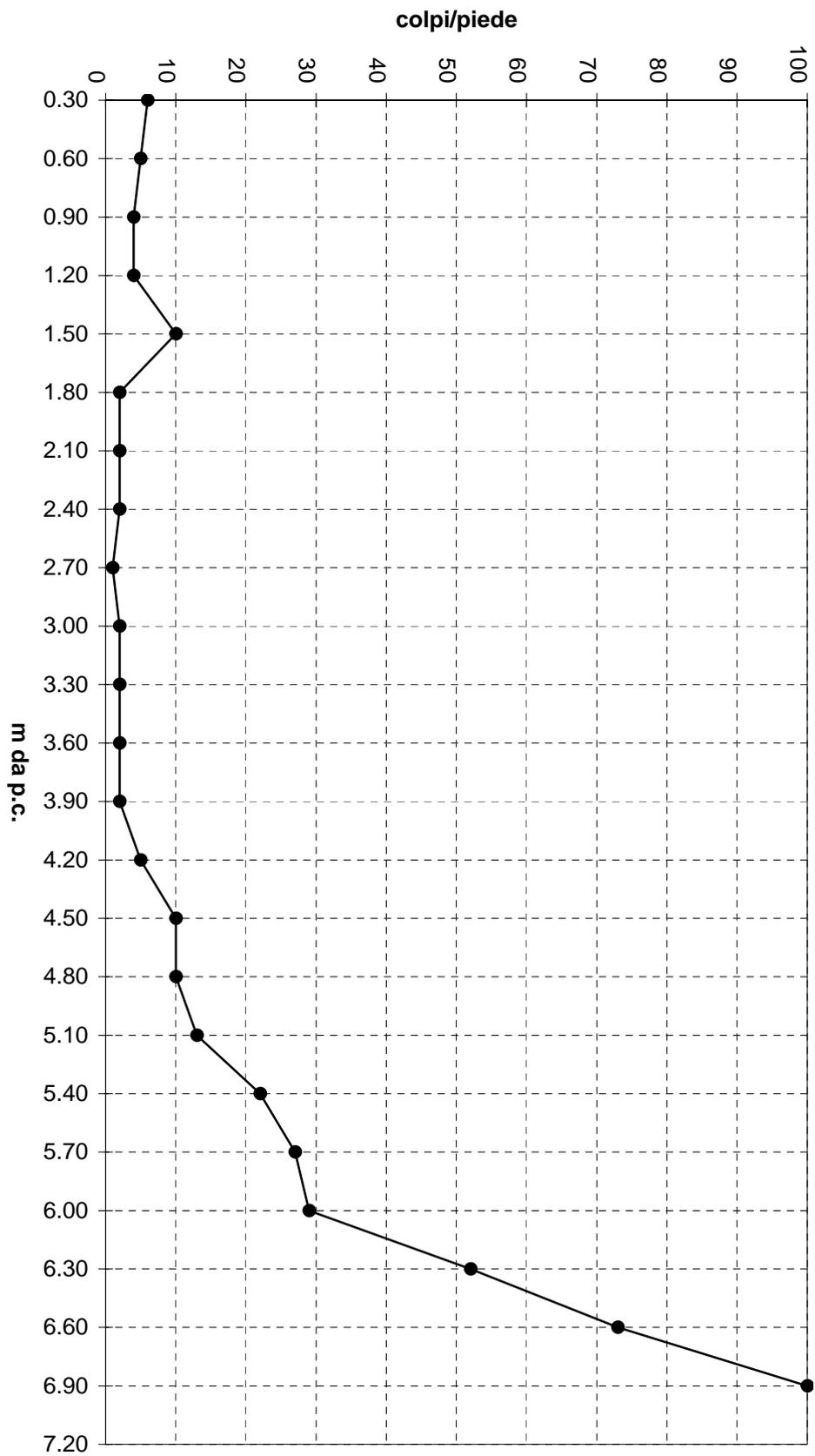
P 16 (via Milano)



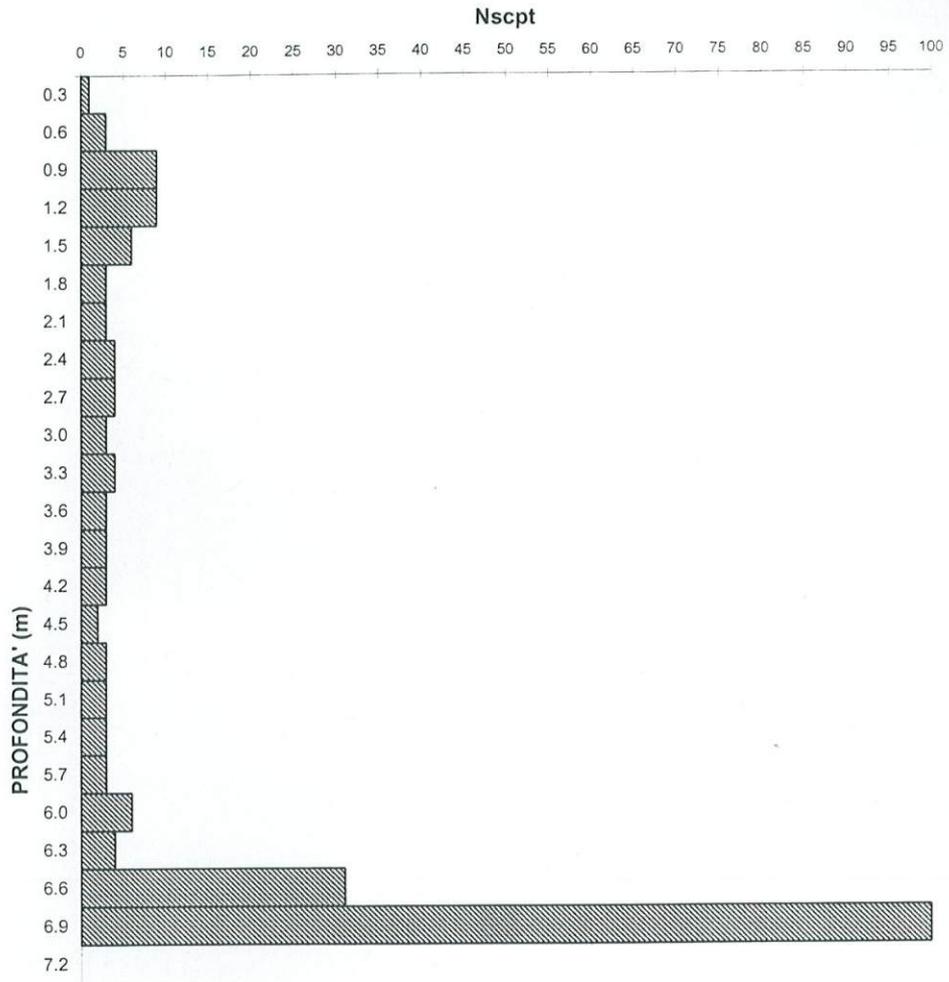
P 17 (via Milano)



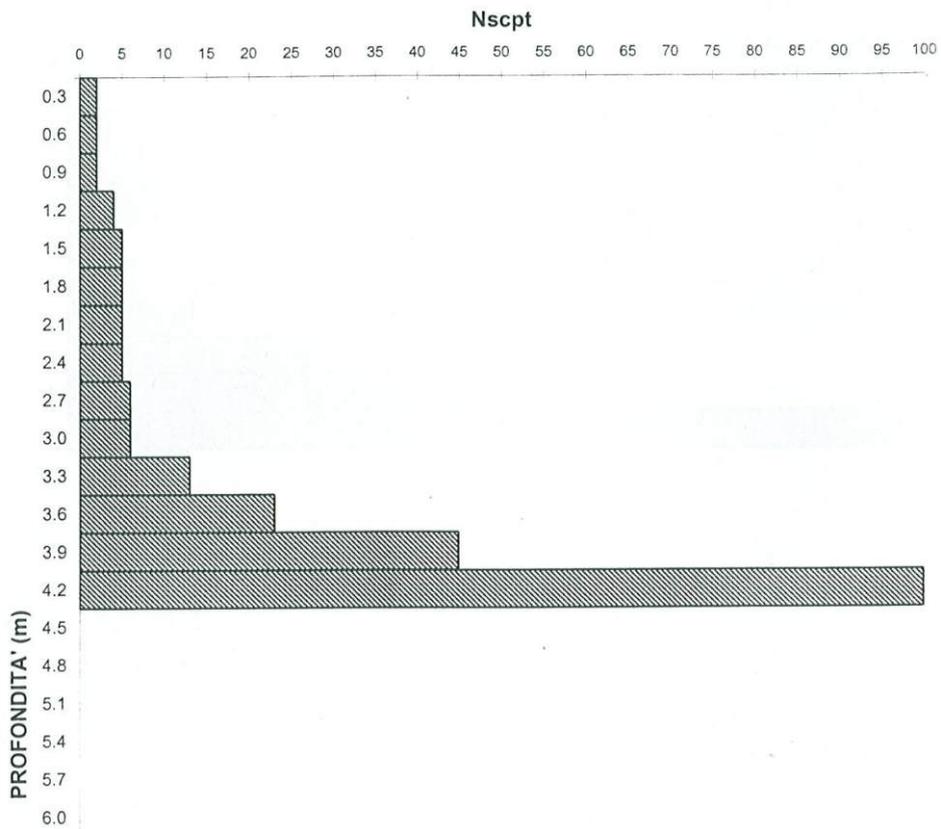
P 18 (via Milano)



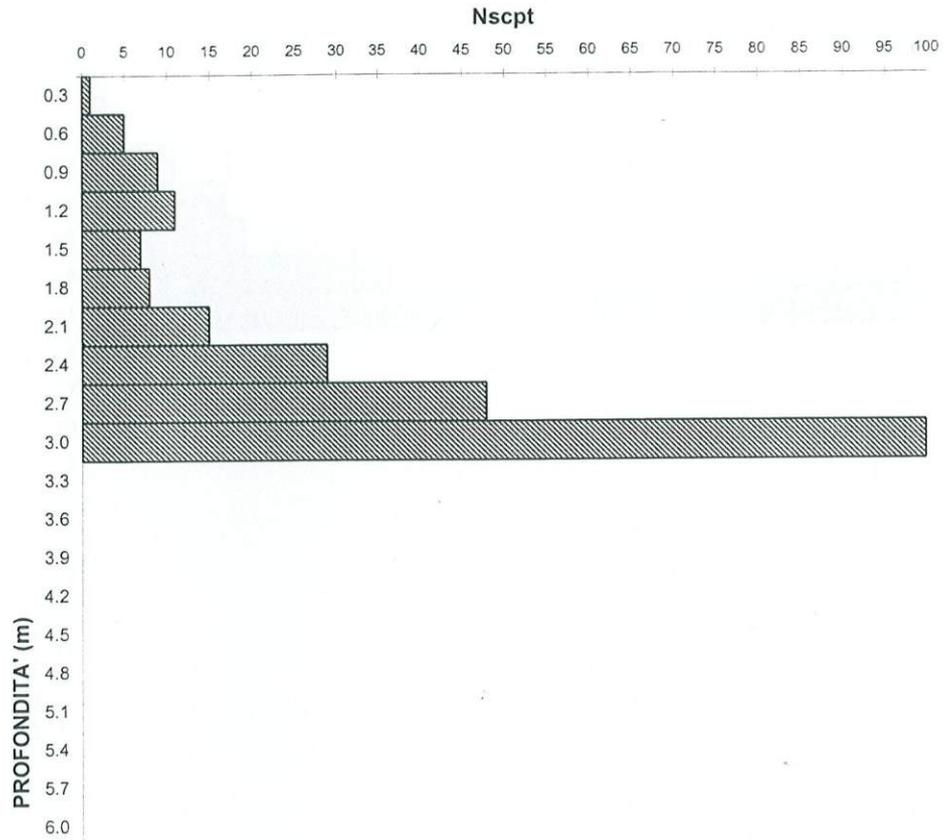
# P19 (Ist. Sacra Famiglia)



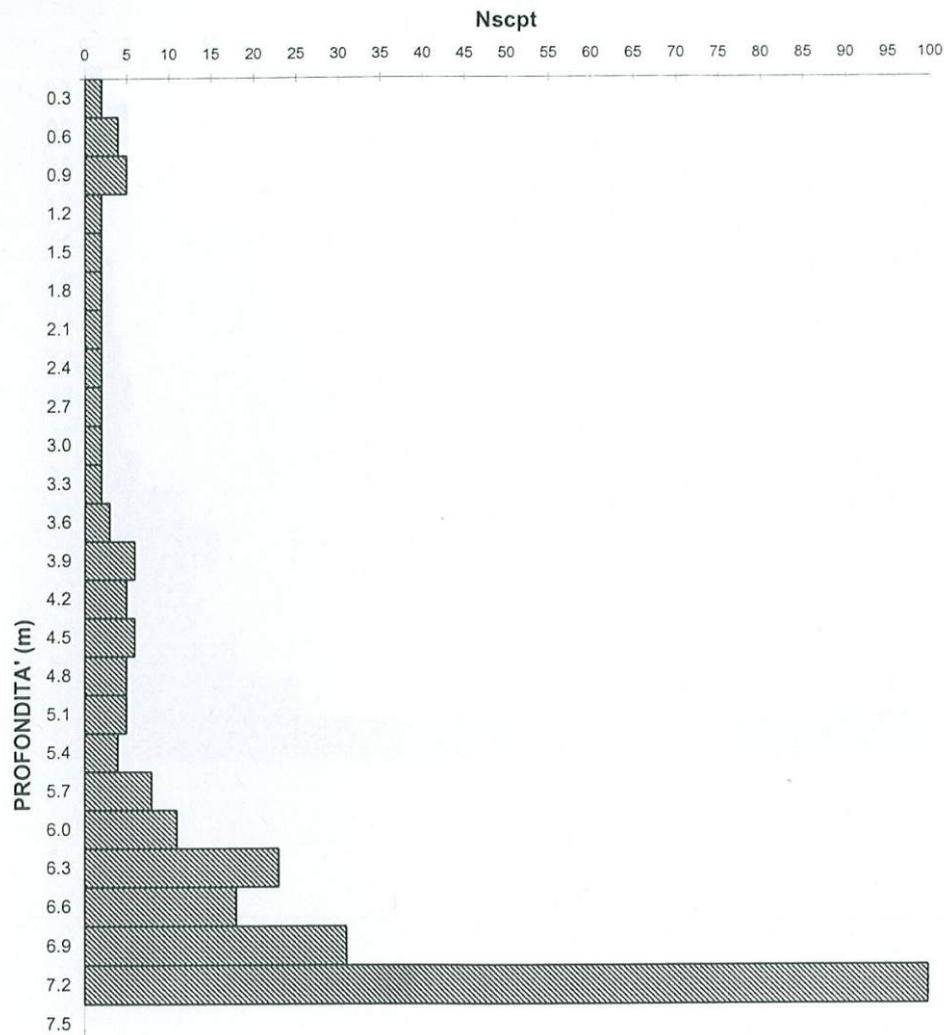
# P20 (Ist. Sacra Famiglia)



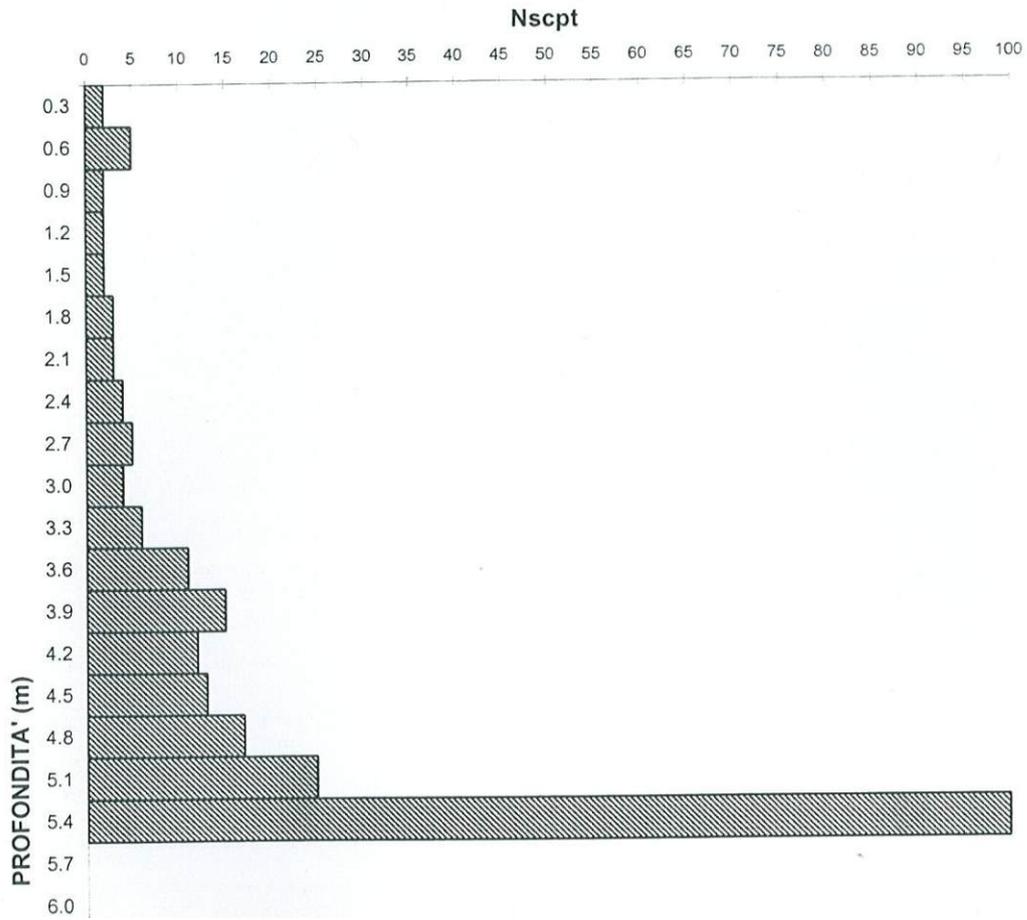
# P21 (Ist. Sacra Famiglia)



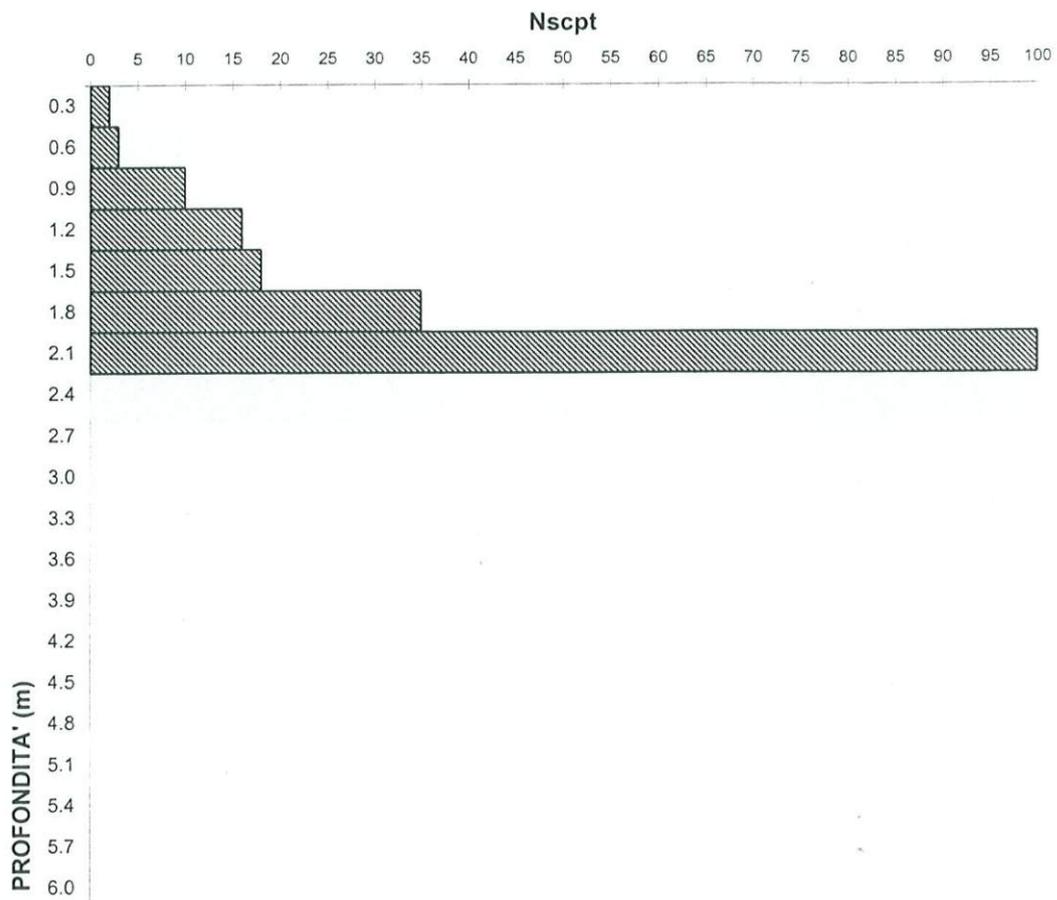
# P22 (Ist. Sacra Famiglia)



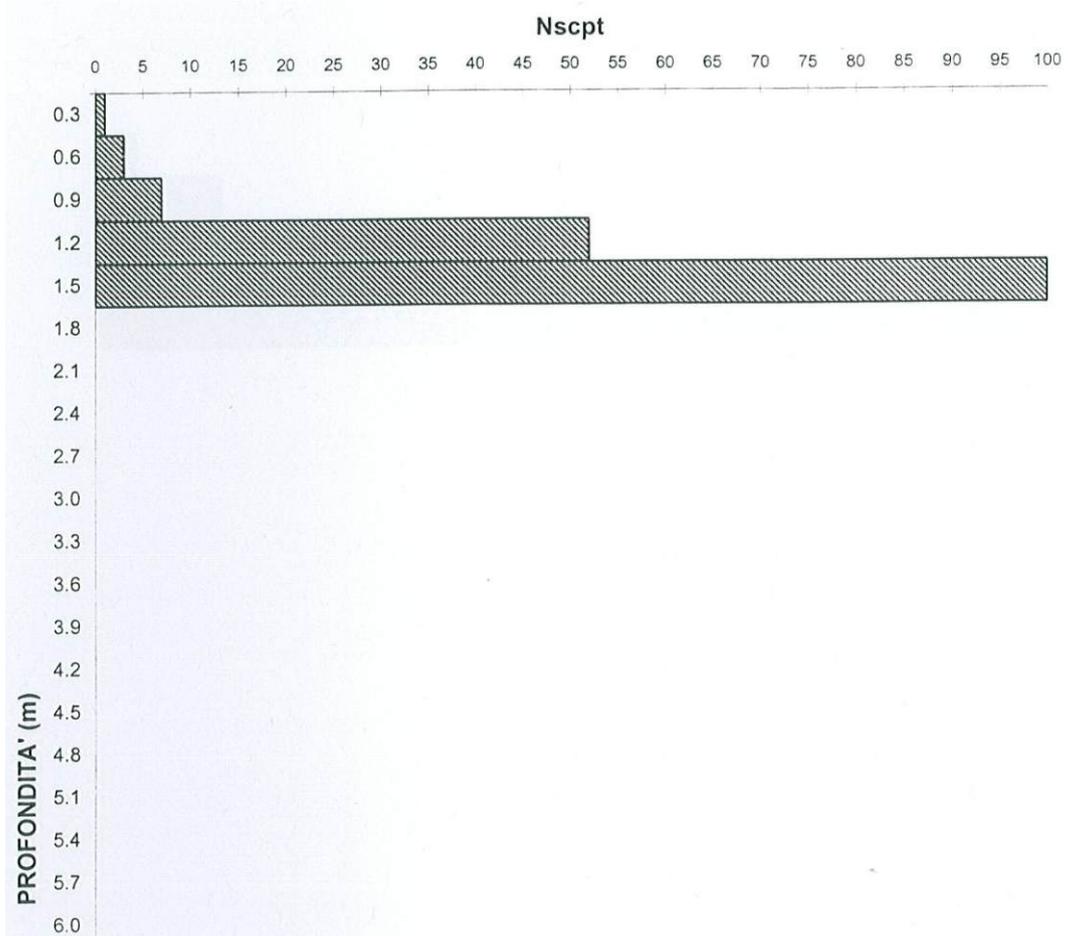
P23 (Ist. Sacra Famiglia)



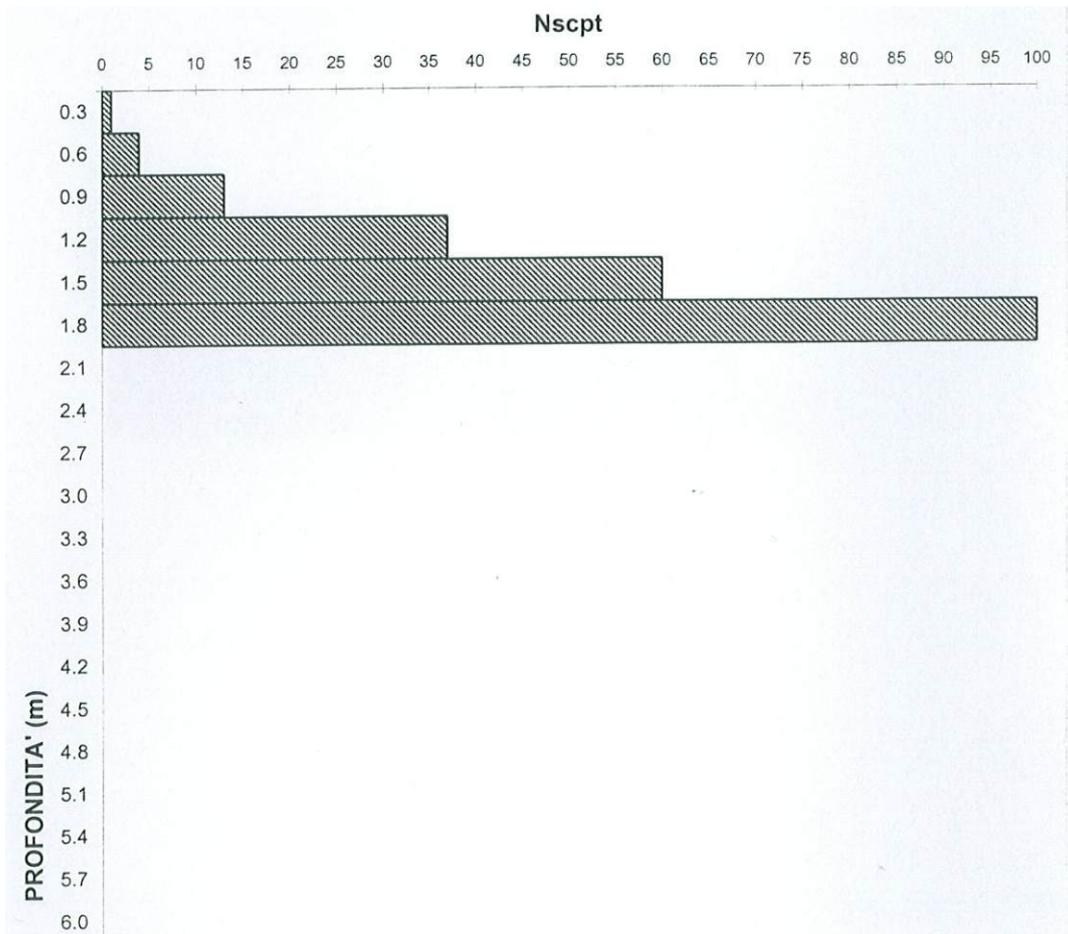
P24 (Ist. Sacra Famiglia)



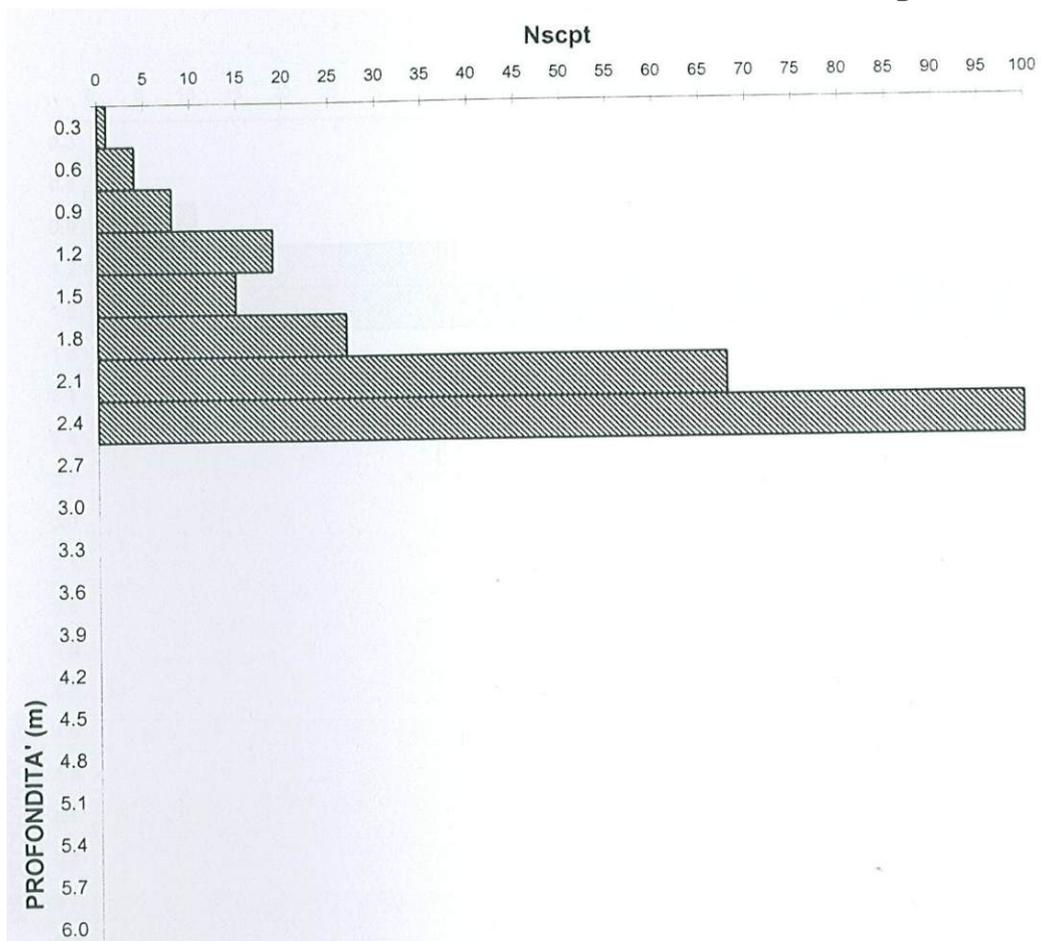
P25 (Ist. Sacra Famiglia)



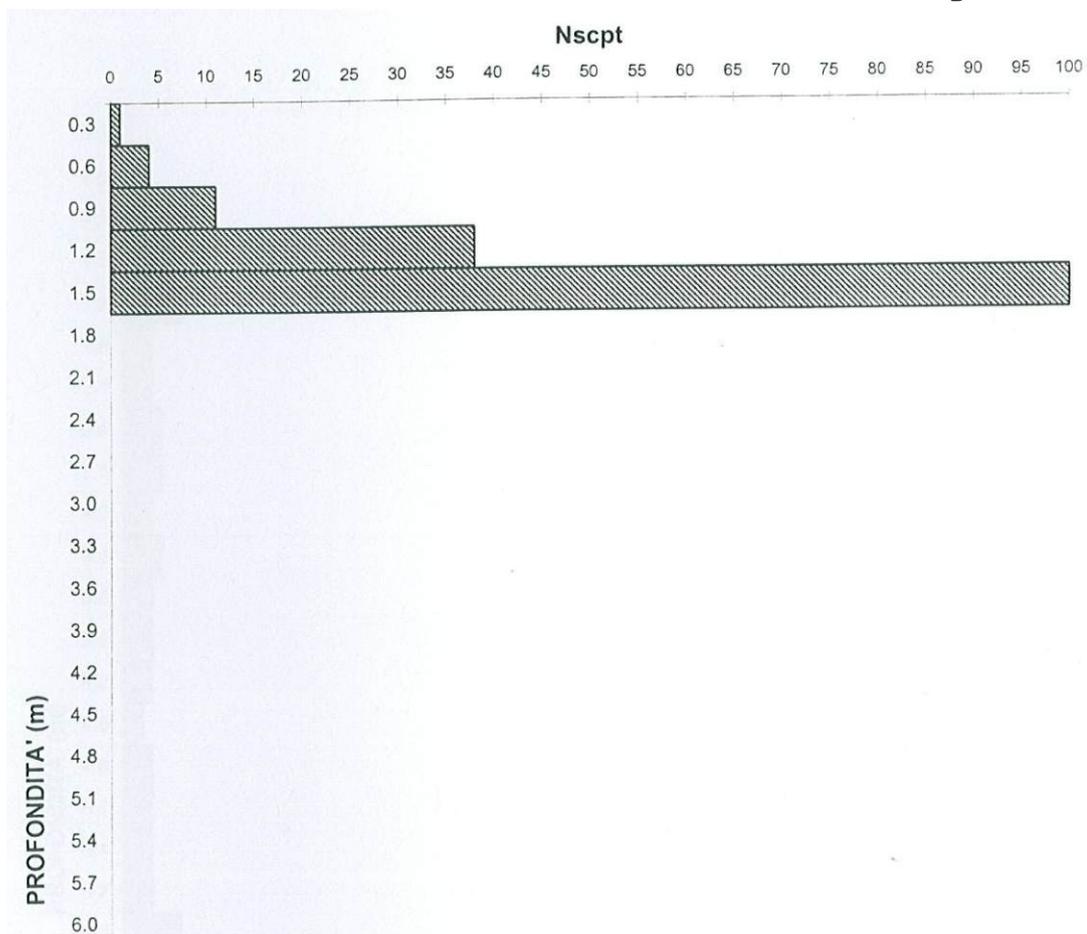
P26 (Ist. Sacra Famiglia)



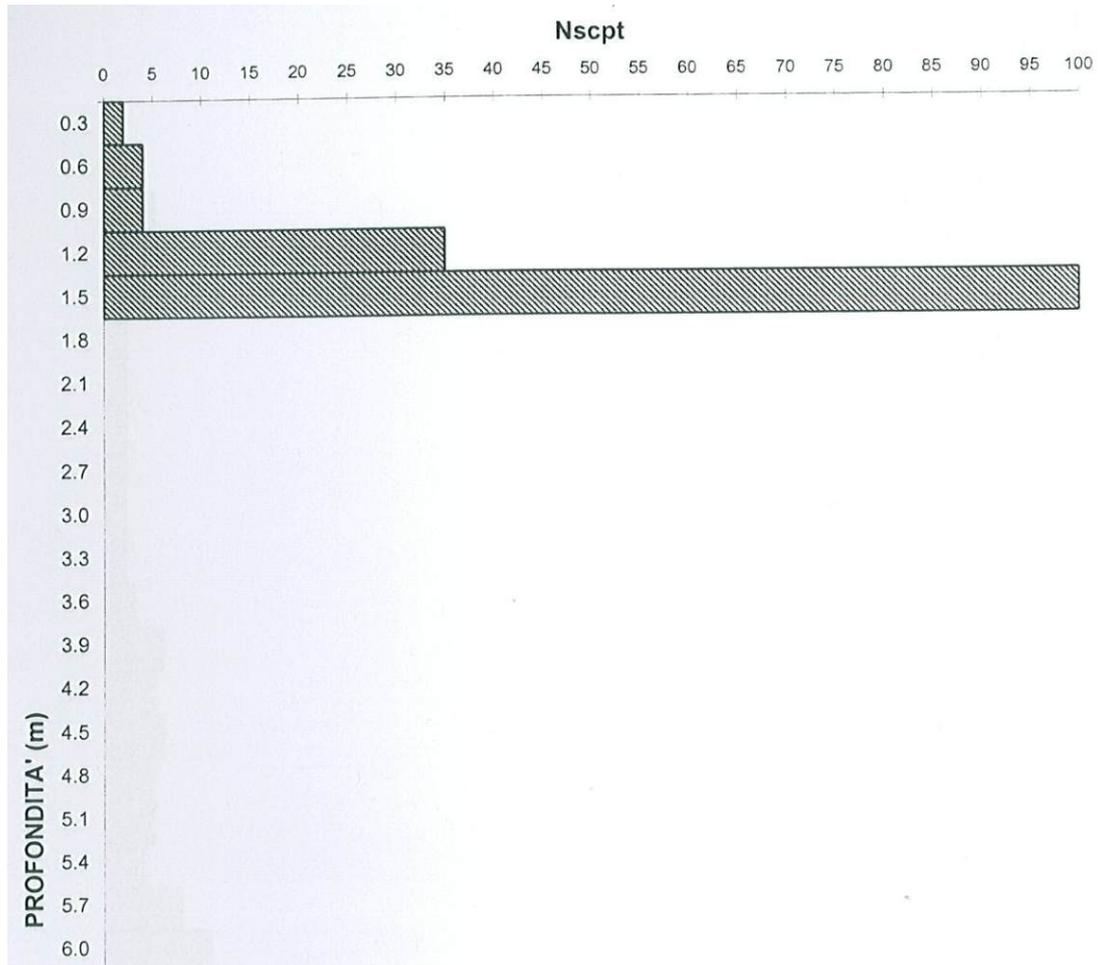
## P27 (Ist. Sacra Famiglia)



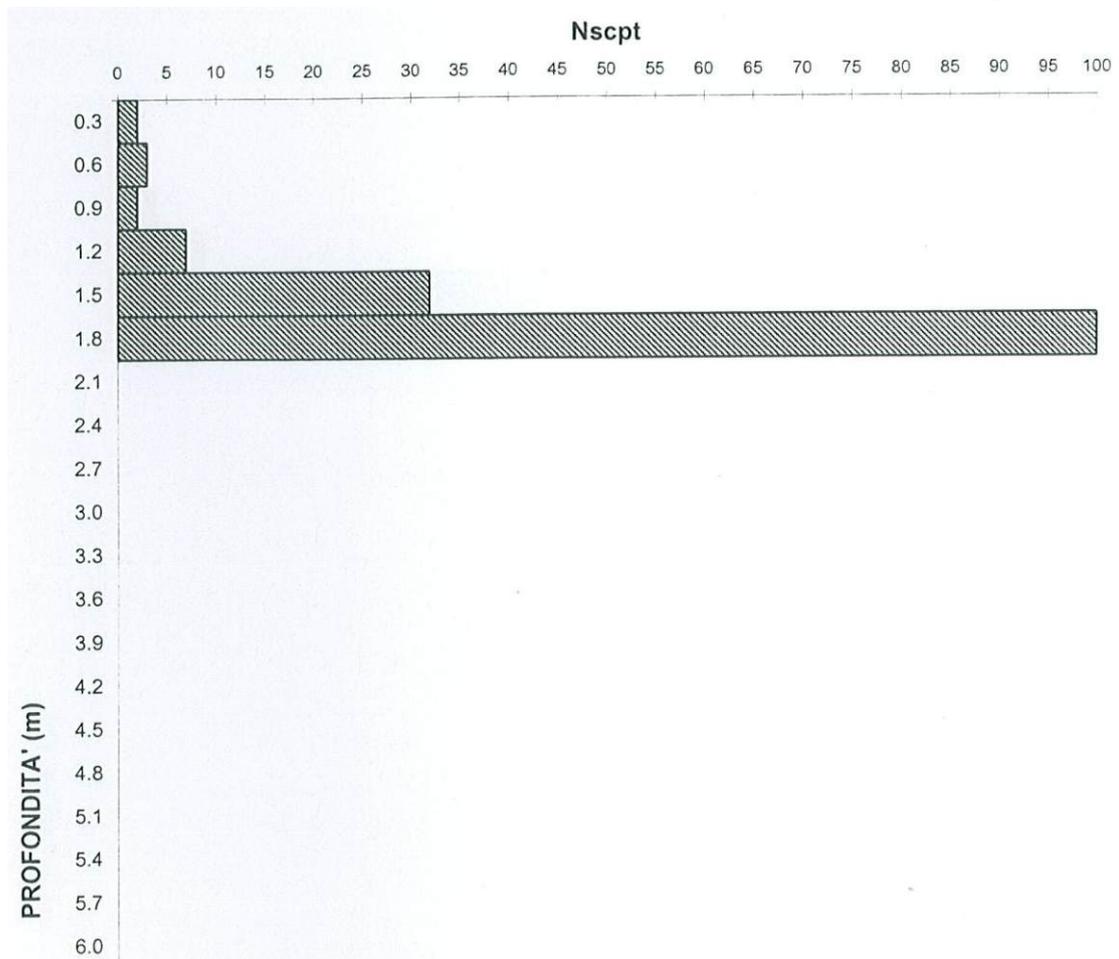
## P28 (Ist. Sacra Famiglia)



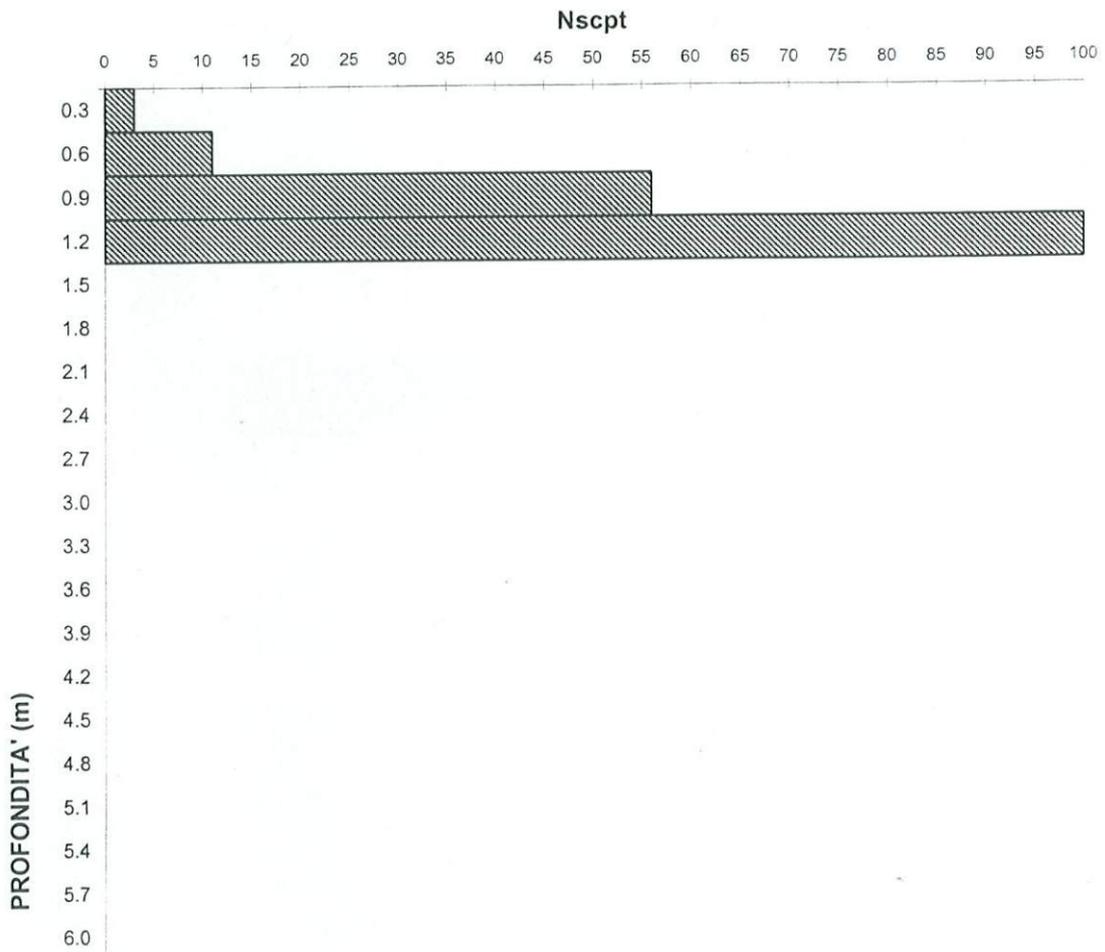
# P29 (Ist. Sacra Famiglia)



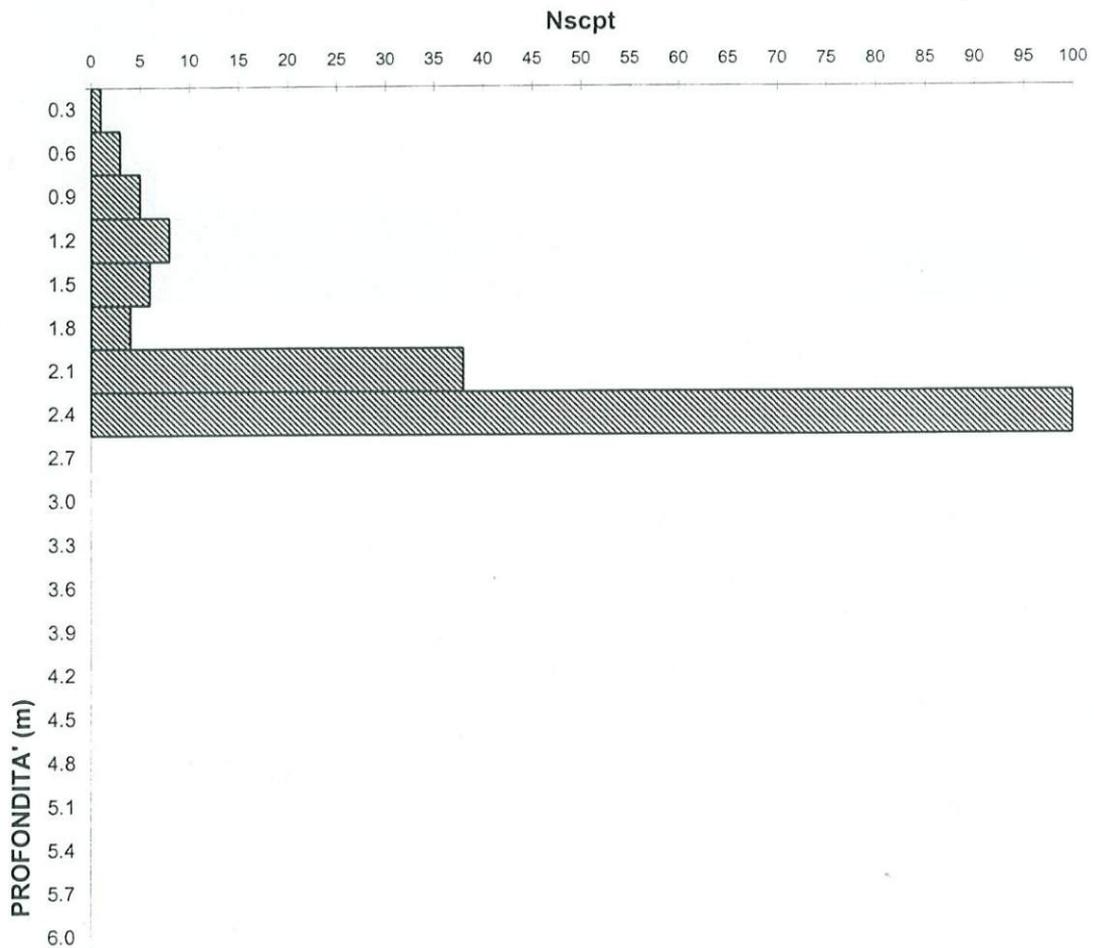
# P30 (Ist. Sacra Famiglia)



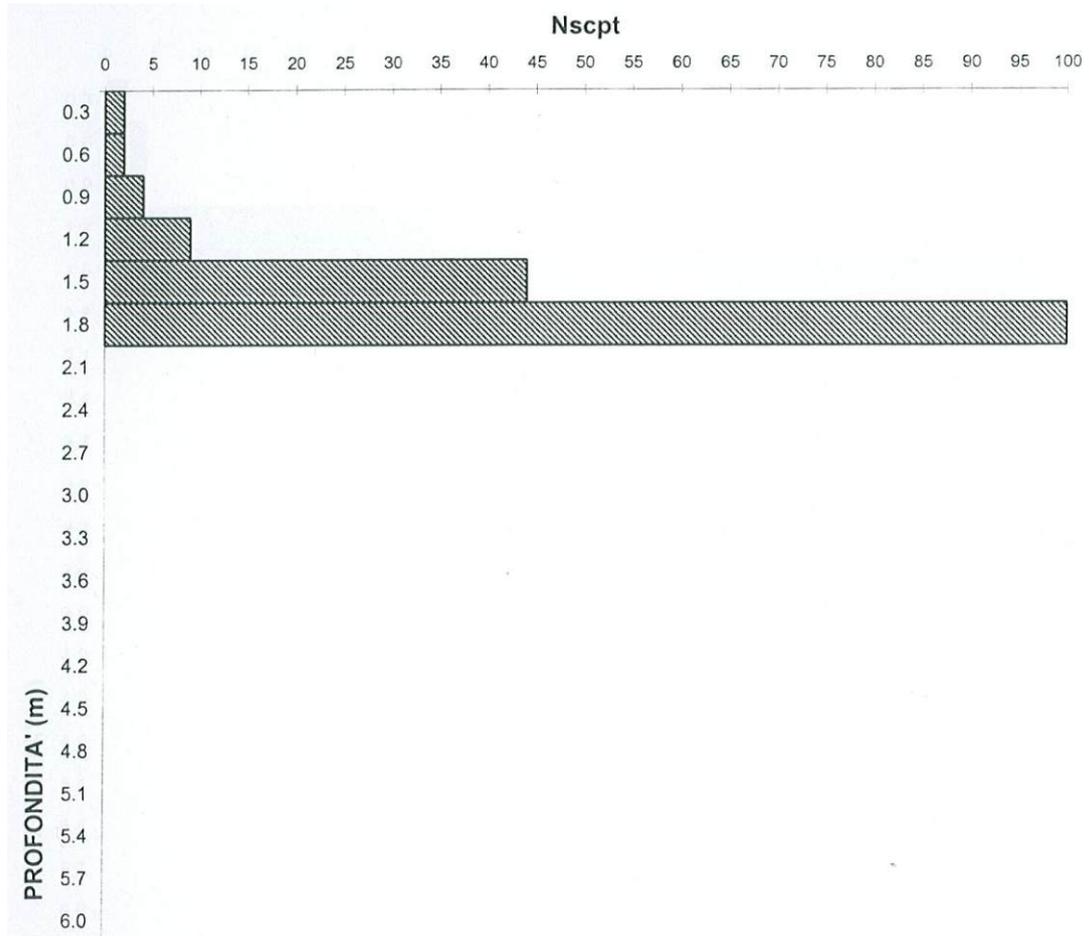
# P31 (Ist. Sacra Famiglia)



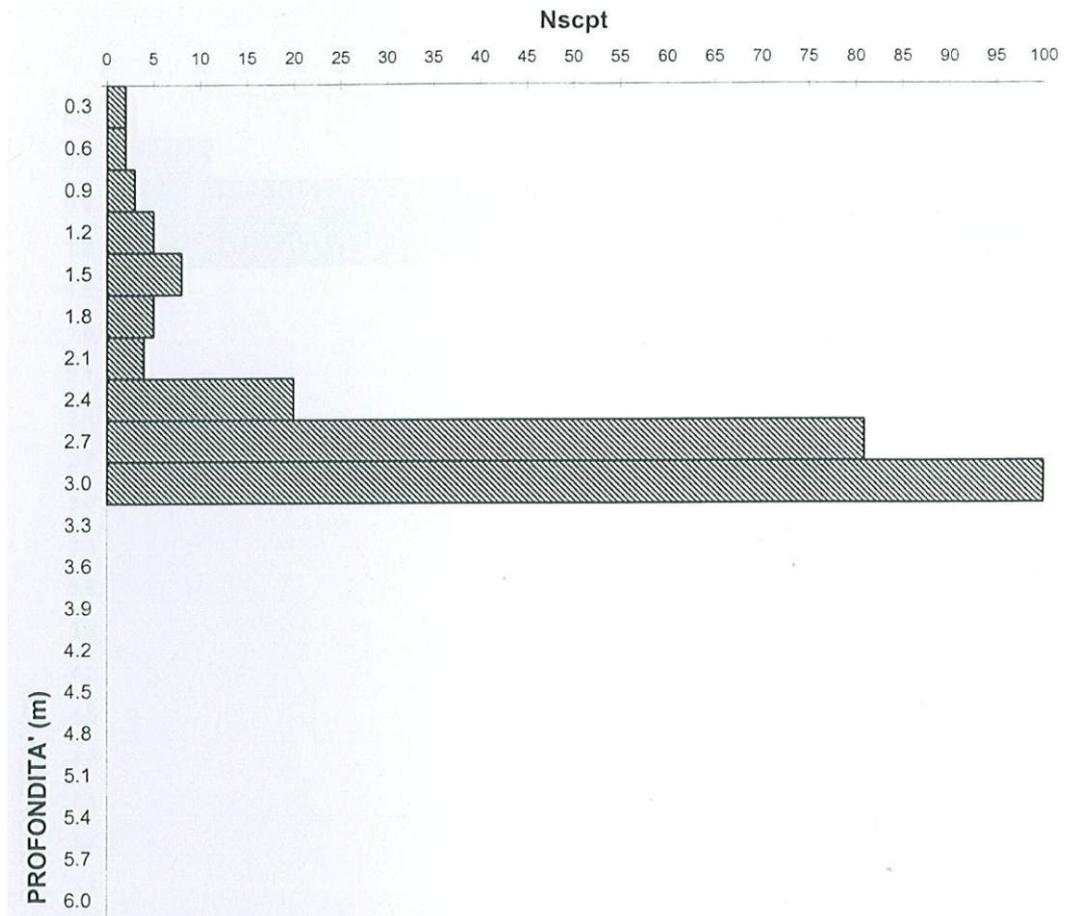
# P32 (Ist. Sacra Famiglia)



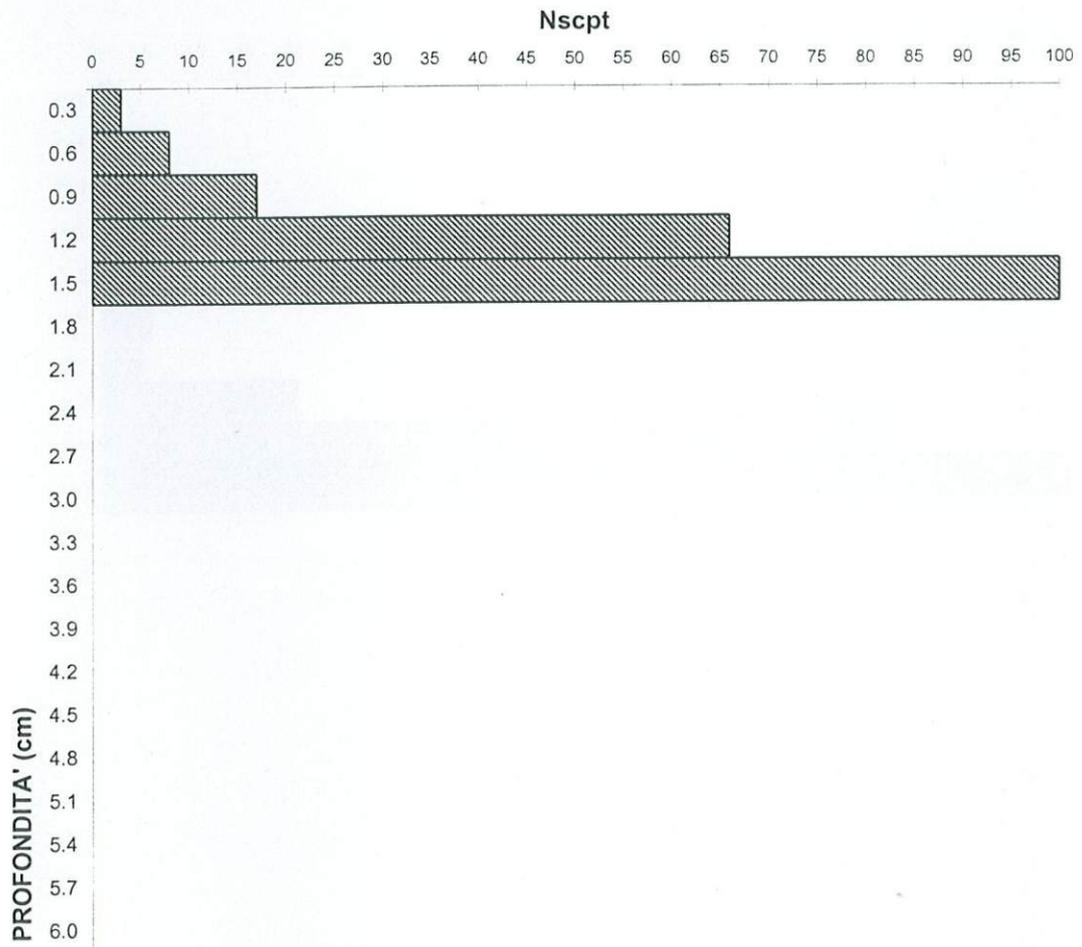
### P33 (Ist. Sacra Famiglia)



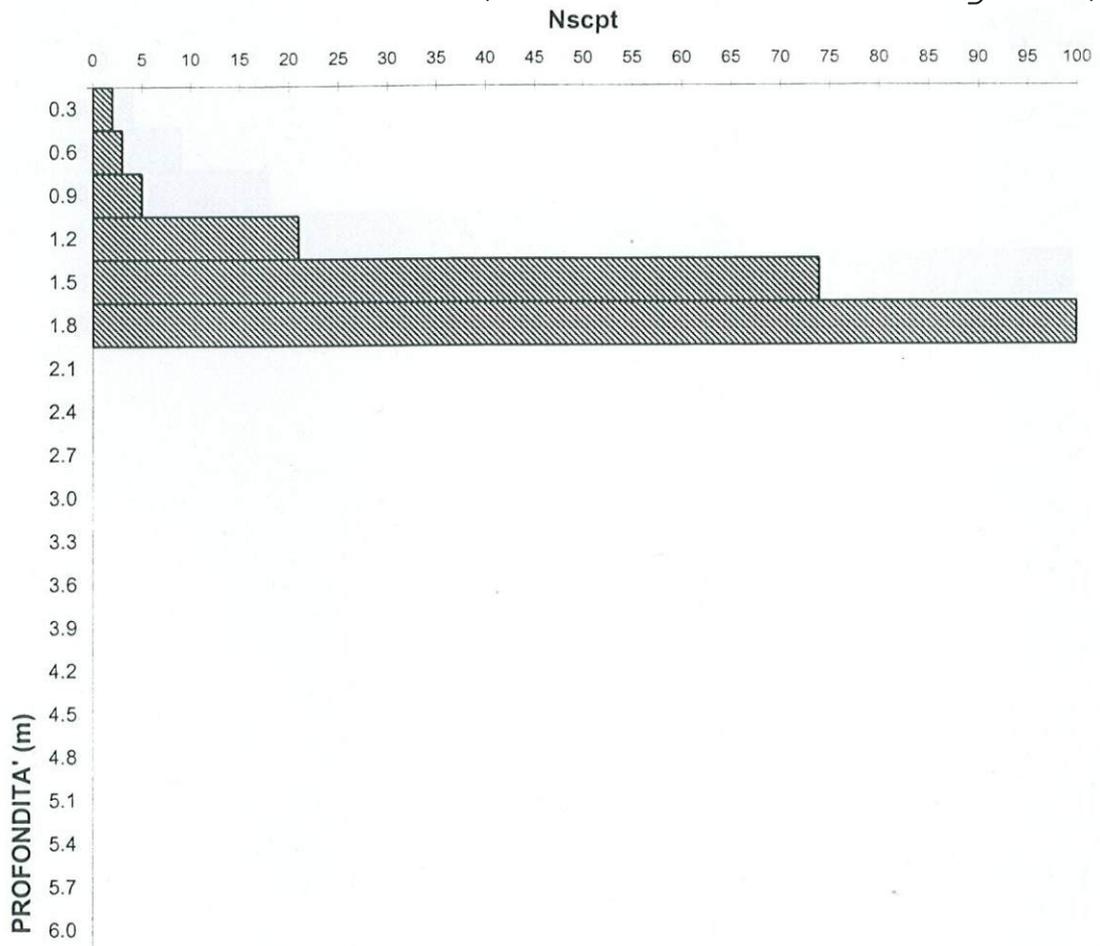
### P34 (Ist. Sacra Famiglia)



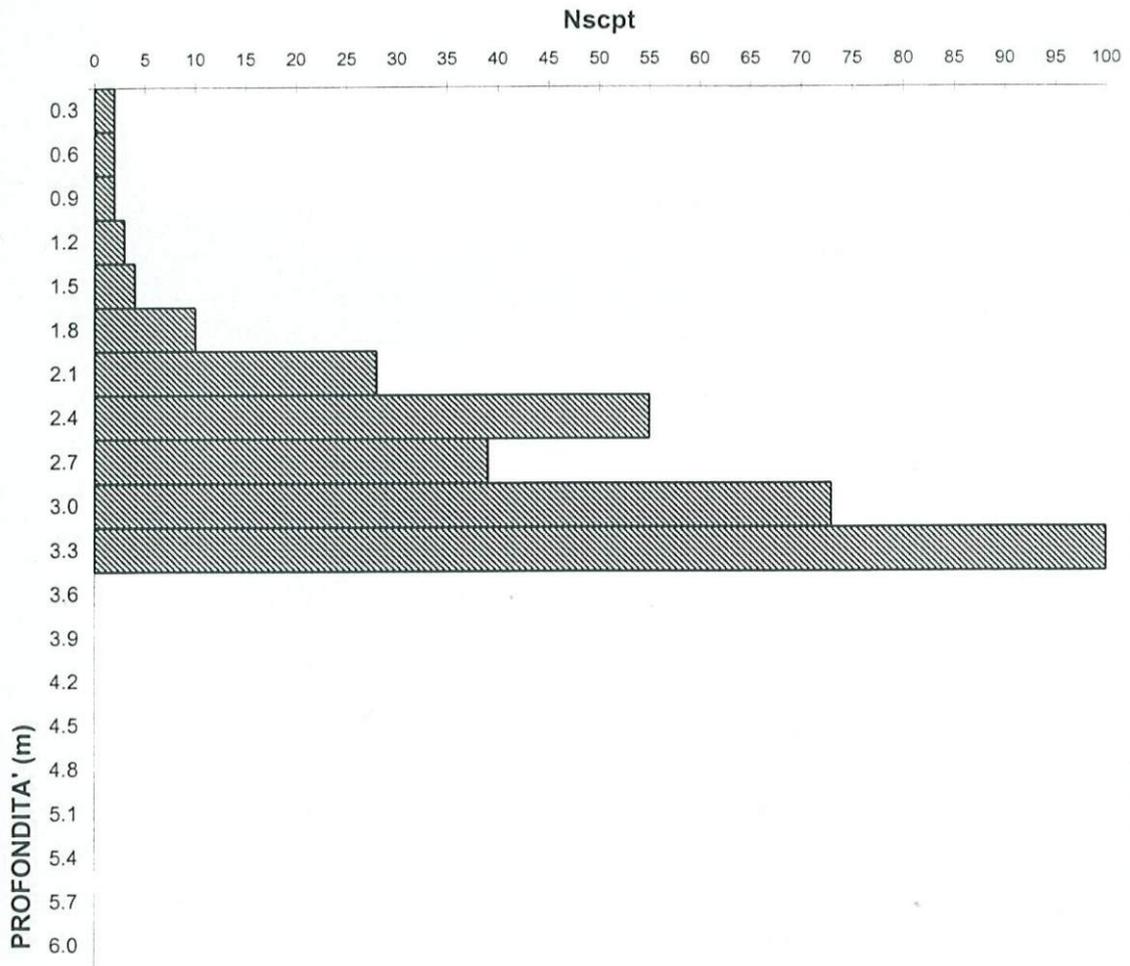
### P35 (Ist. Sacra Famiglia)



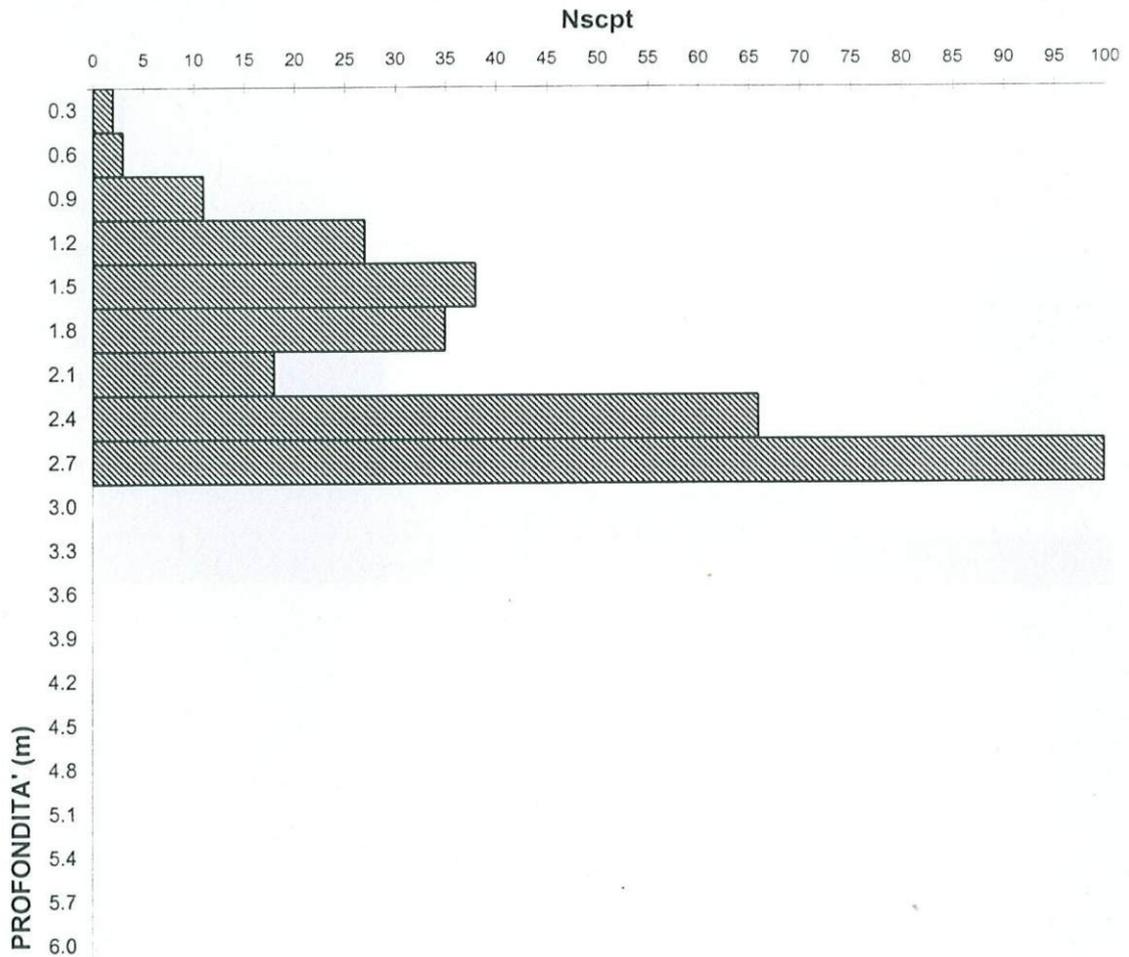
### P36 (Ist. Sacra Famiglia)



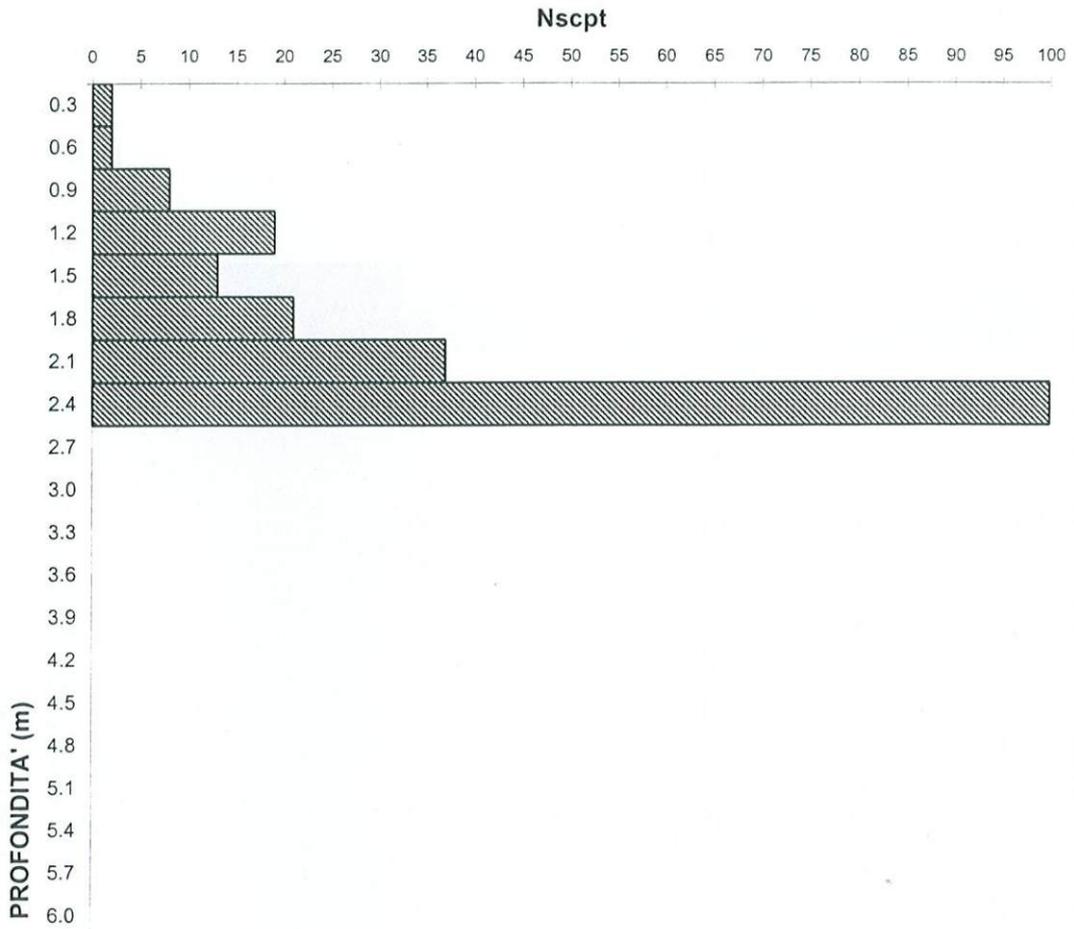
# P37 (Ist. Sacra Famiglia)



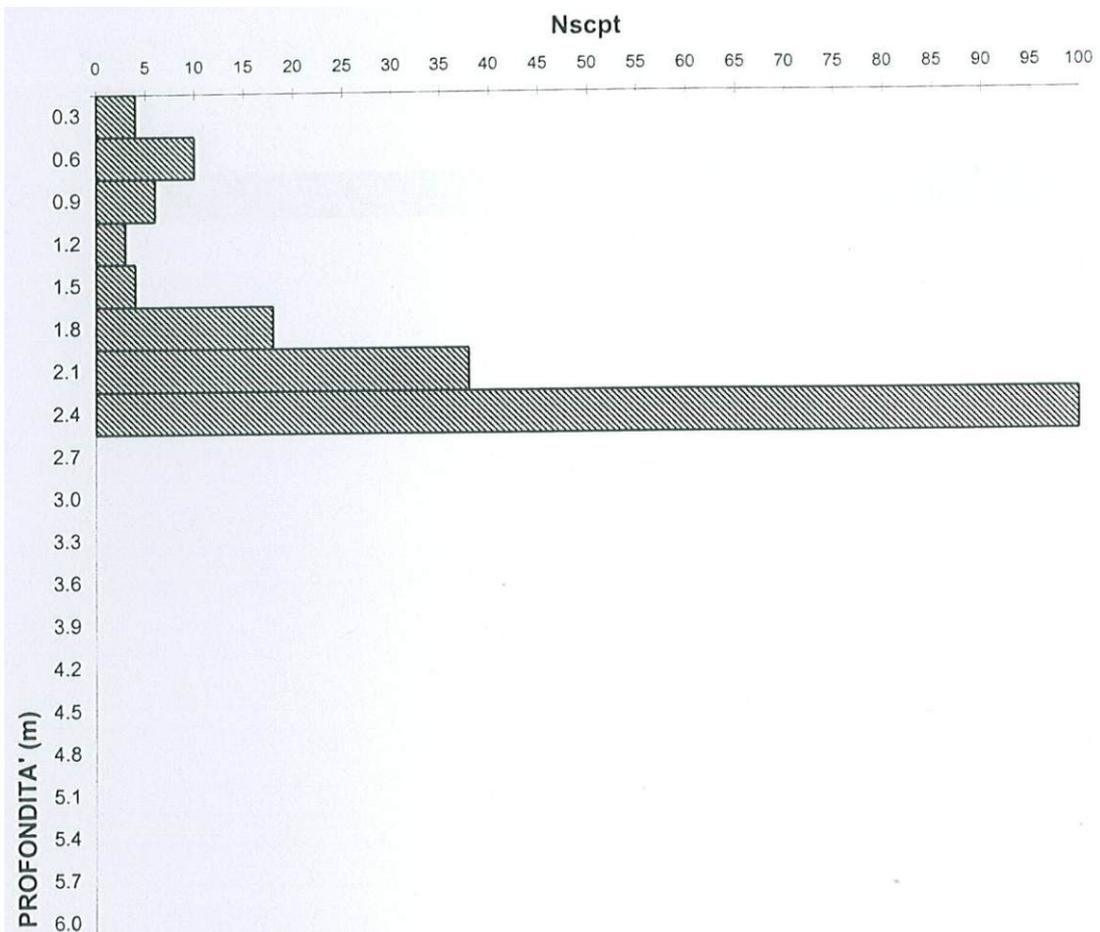
# P38 (Ist. Sacra Famiglia)



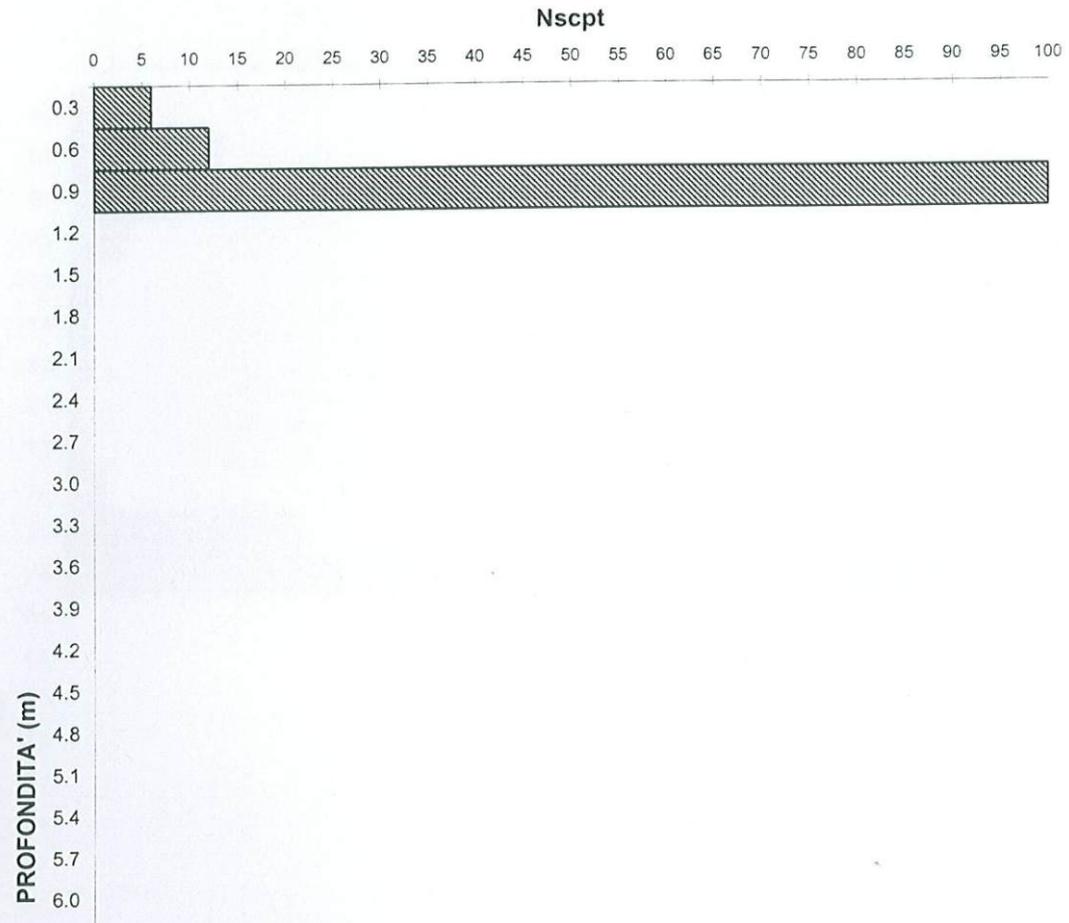
# P39 (Ist. Sacra Famiglia)



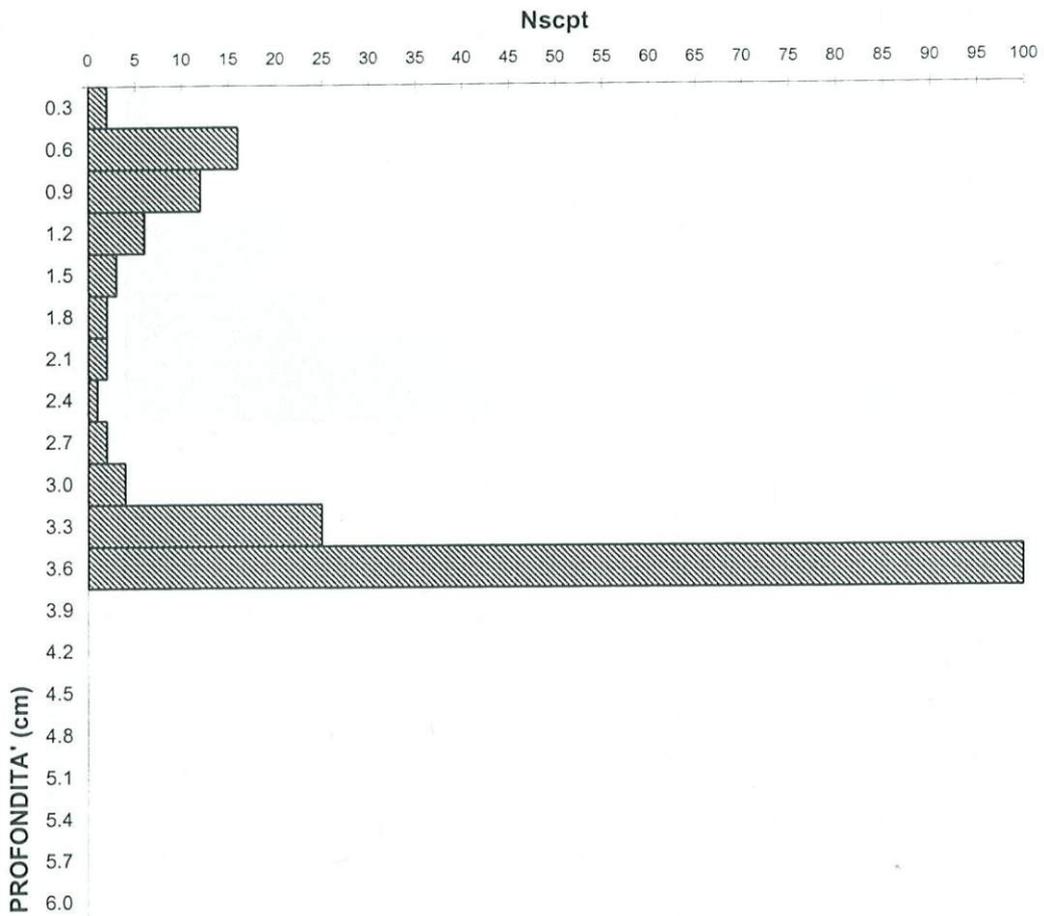
# P40 (Ist. Sacra Famiglia)



# P41 (Ist. Sacra Famiglia)

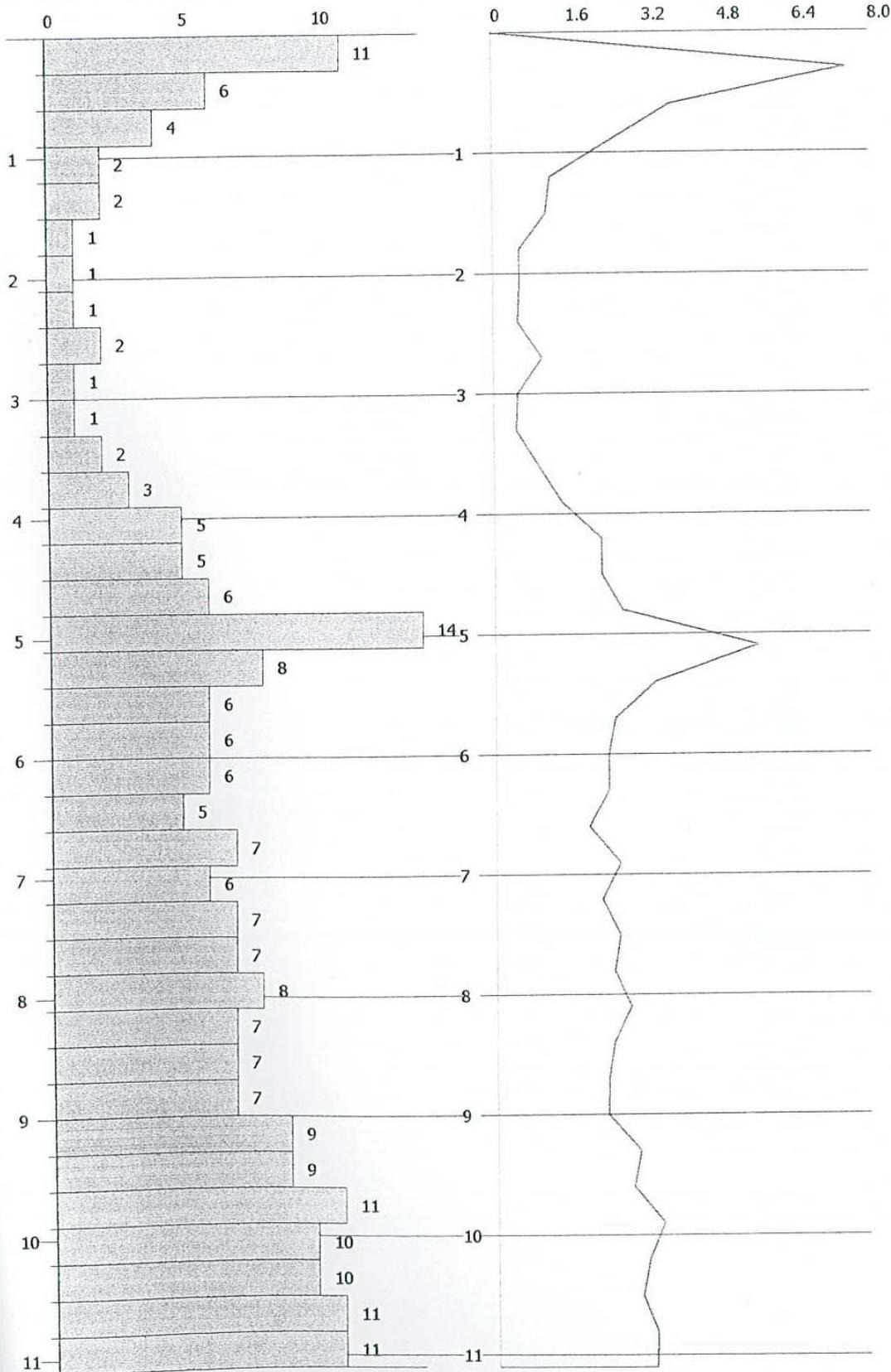


# P41bis (Ist. Sacra Famiglia)

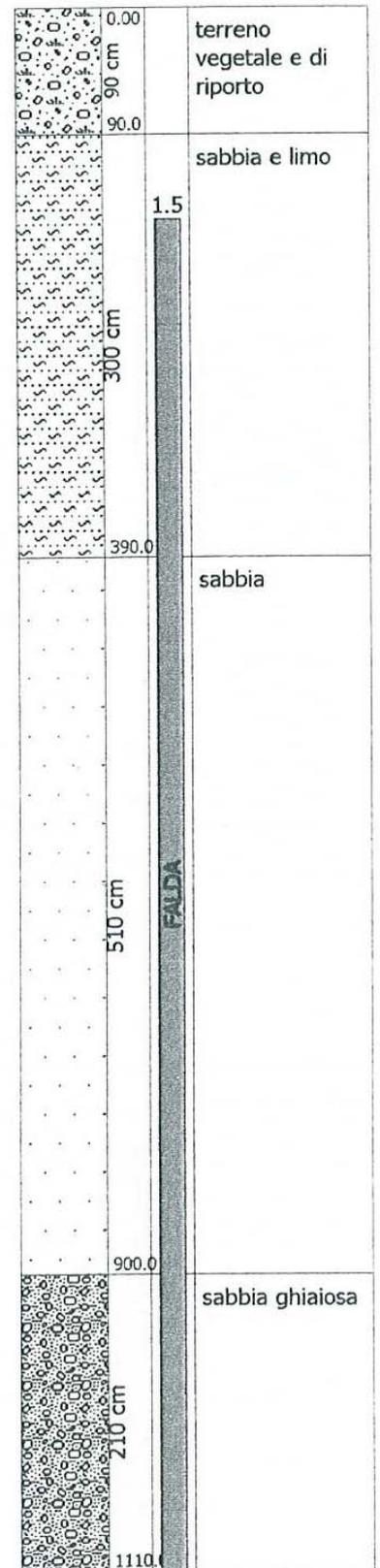


# P73 (Via Dante)

## Numero di colpi penetrazione puntaRpd (Mpa)

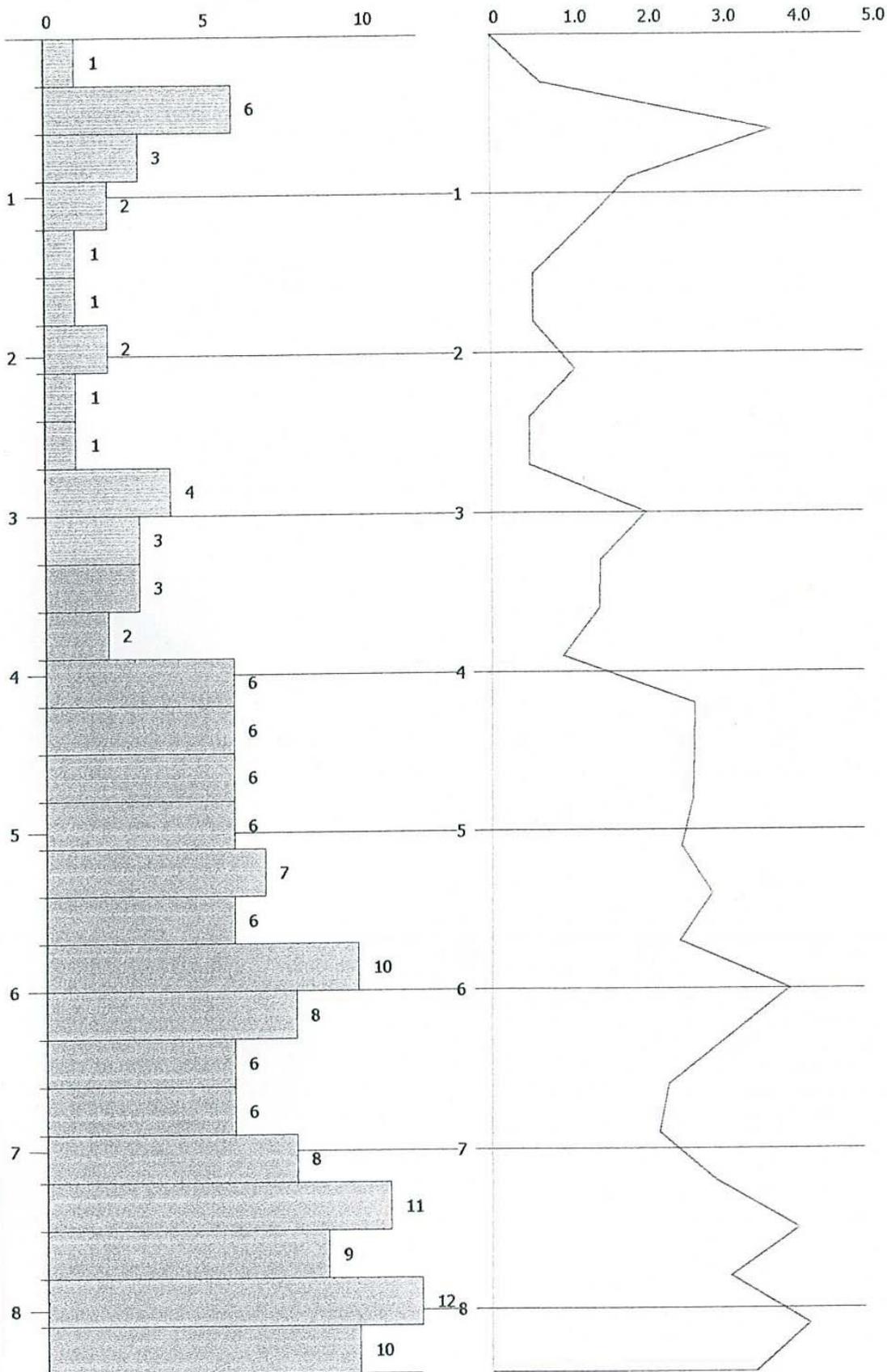


## Interpretazione Stratigrafica

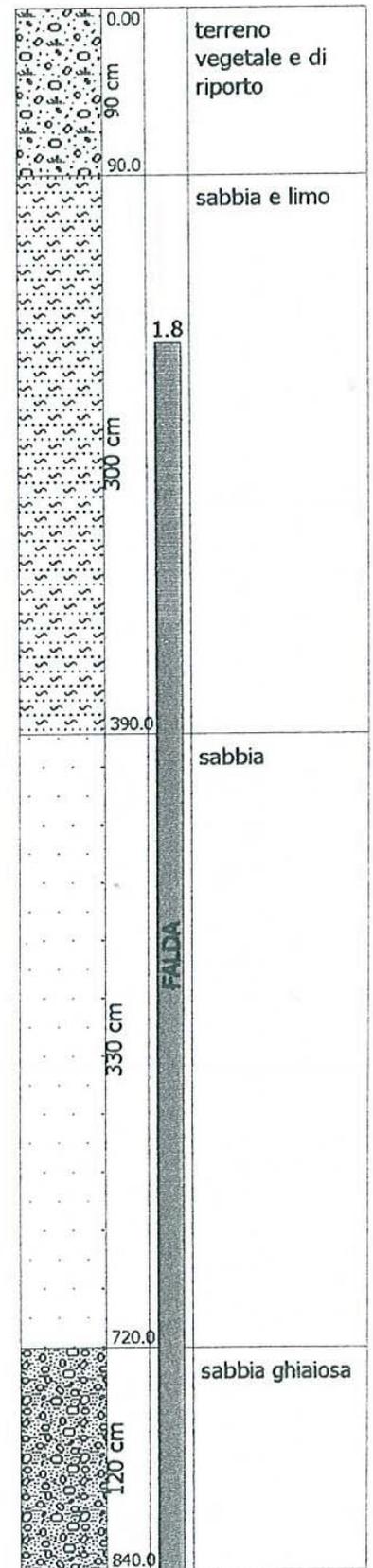


# P74 (Via Dante)

## Numero di colpi penetrazione puntaRpd (Mpa)

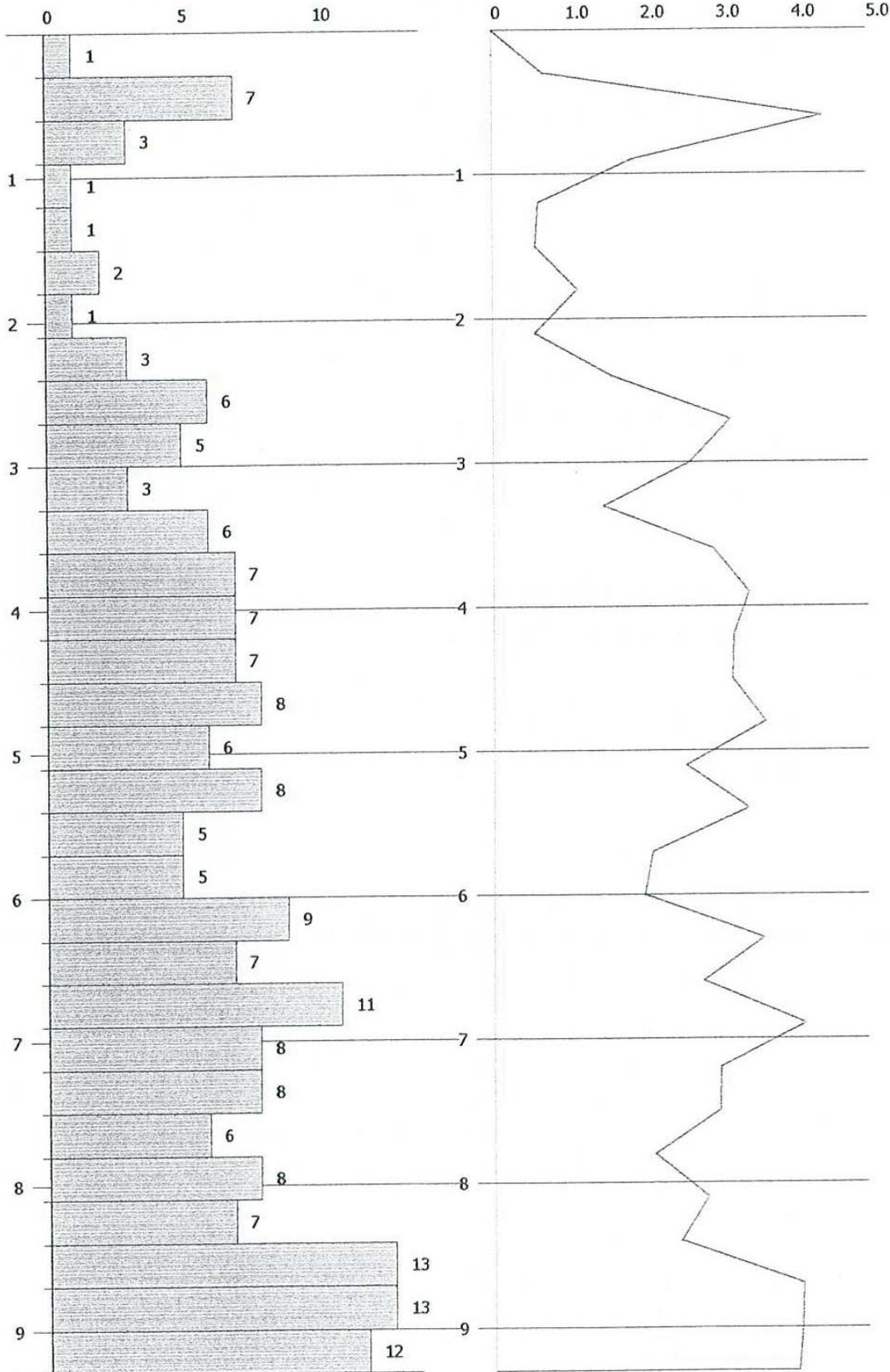


## Interpretazione Stratigrafica

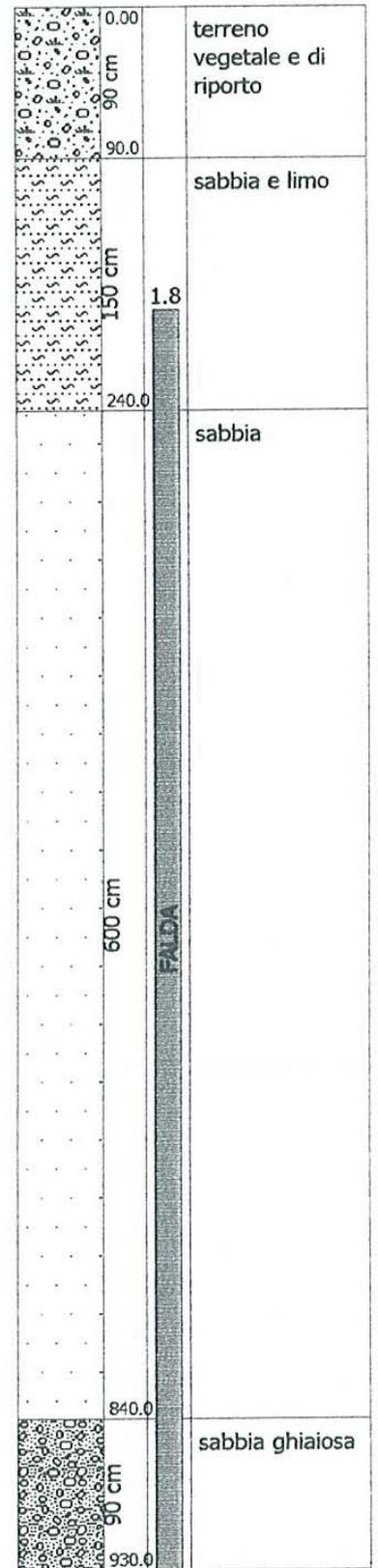


# P75 (Via Dante)

## Numero di colpi penetrazione puntaRpd (Mpa)

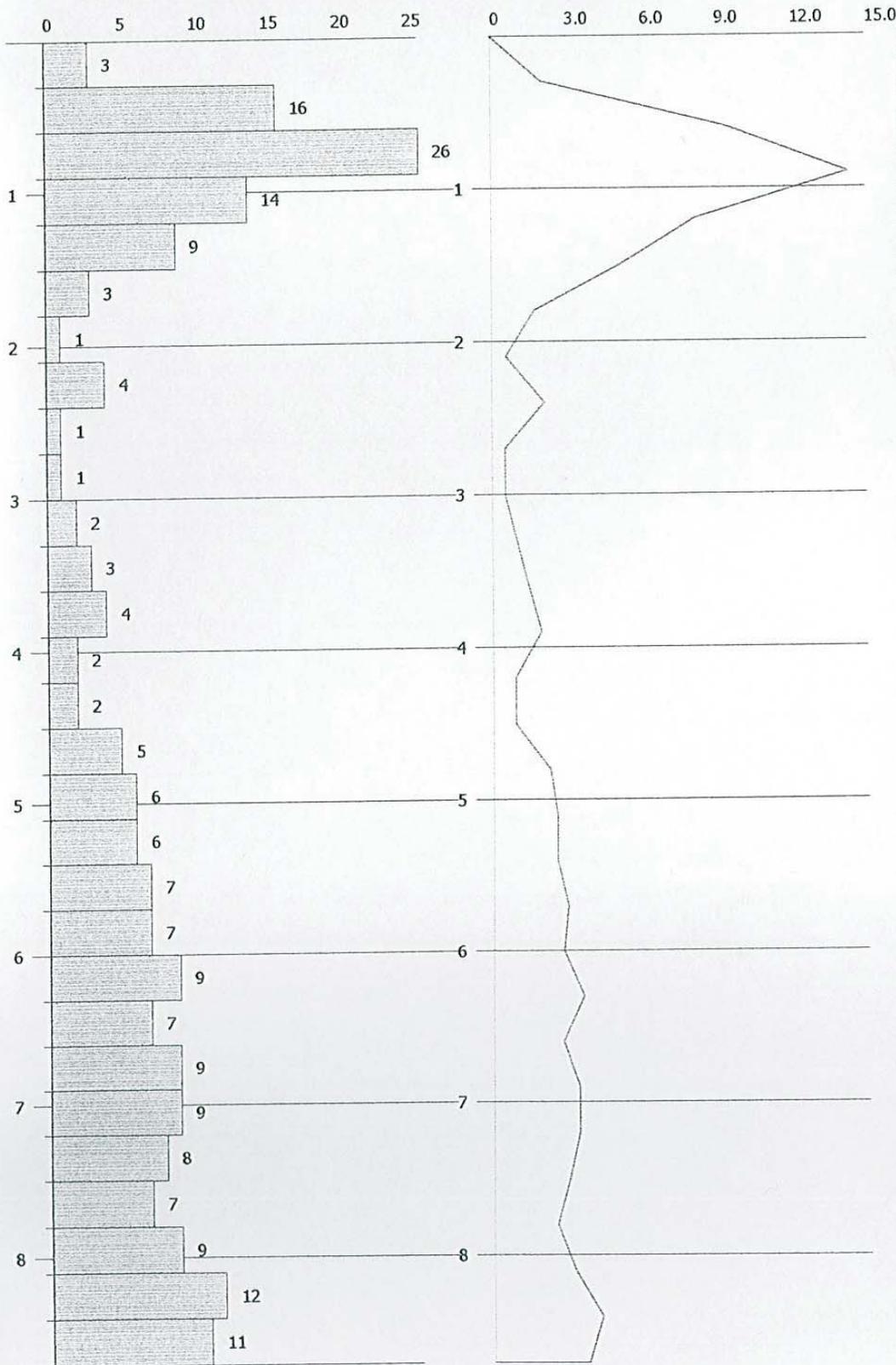


## Interpretazione Stratigrafica

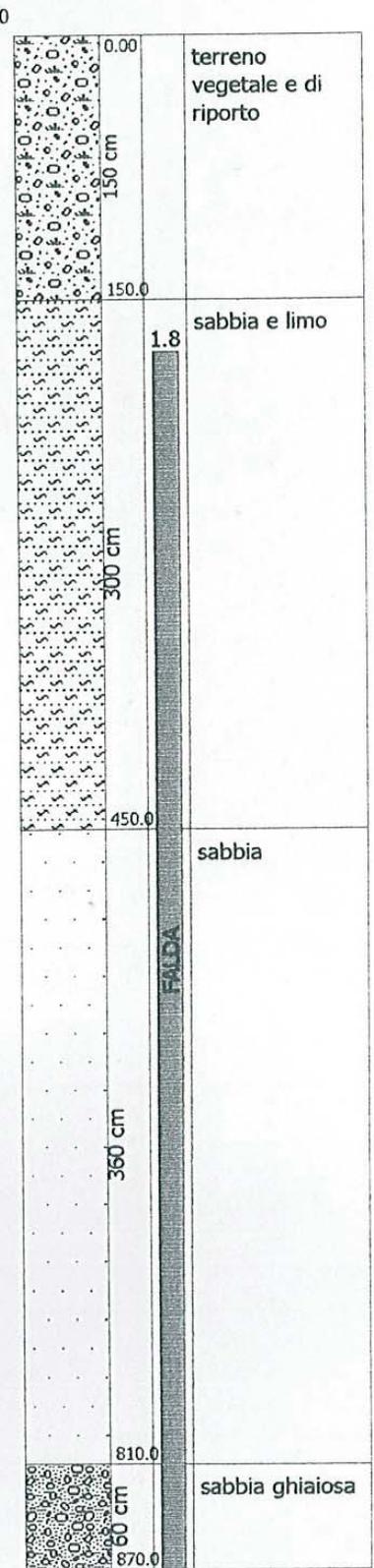


# P76 (Via Dante)

## Numero di colpi penetrazione puntaRpd (Mpa)



## Interpretazione Stratigrafica





# P78 S.P. 1 (I^ lotto)

SONDAGGIO N.2		Data: 12/02/2001	Quota inizio: PIANO CAMPAGNA	STUDIO GEOTECNICO DOTT. LUCIANO BARATTI																
Attrezzatura: SONDA ATLAS B30		Tipo perforazione: ROTAZIONE Ø carotaggio: 101 mm		VARESE - Via Staurenghi, 24 Tel./ Fax 0332/234651																
COMMITTENTE: PROVINCIA DI VARESE		LOCALITÀ: COCQUIO TREVISAGO (VA)																		
LITOTIPO	PROFONDITÀ m	COLONNA STRATIGRAFICA	SPESORE	DESCRIZIONE TERRENO	FALDA ACQUA	PRELIEVO CAMPIONI TERRENO	PROVE IN SITU SU CAMPIONI	PROVE IN SITU SU CAMPIONI	PROVE IN SITU SU CAMPIONI	INSTALLAZIONE PIEZOMETRO	CAR									
						Ø	CE	Quota	VT	PP	Quota	SPT	VB	PERMEAB	Quota	CAS	FIN	H <sub>2</sub> O	%	
						mm	S	O	m	D	I	m	kg/cmq	kg/cmq	m	N	kg/cmq	kg/cmq	m	
	1		1.7	1.7																
	2																			
	3																			
	4		4.0																	
	5																			
	6		6.0																	
	6.3																			
	7		7.0																	
	8																			
	9																			
	10		10.7																	
	11																			
	11.6																			
	12																			
	13																			
	14																			
	15																			
	16																			
	17		17.0																	
	18																			
	19																			

**S CAMPIONATORE SHELBY**  
**CE O CAMPIONATORE OSTERBERG**  
**CAMPIONATORE**

**S** PERCENTUALE CAROTAGGIO  
**SPT** STANDARD PENETRATION TEST  
 con scarpa  
 con punta  
**N** NUMERO COLPI PER 15x30x46 cm

**CI D CAMPIONE DISTURBATO**  
**CI I CAMPIONE INDISTURBATO**

**VT VANE TEST**  
**PP POCKET PENETROMETER Ø mm**  
**VB VANE BORER**

**K** COEFFICIENTE PERMEABILITA'

**PIEZOMETRO**  
 CAS con cella Casagrande  
 FIN cieco-finestrato Ø 2"

**COLTIVO**  **CIOTTOLI**  **RIPORTO**

**ARGILLA**  **GHIAIA**  **ROCCIA**

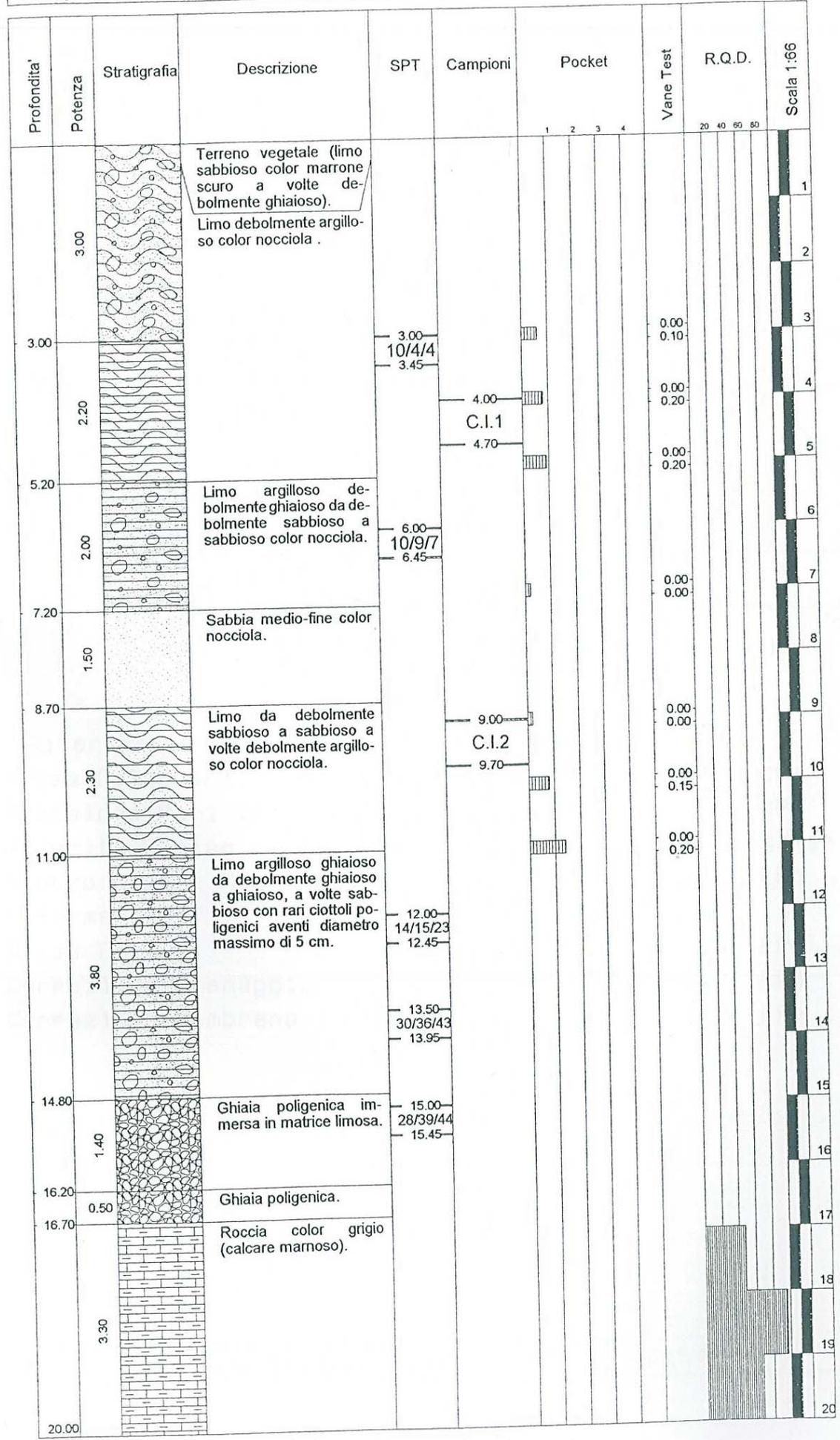
**TRACCE ORGANICHE**  **SABBIA**

**TORBA**  **LIMO**



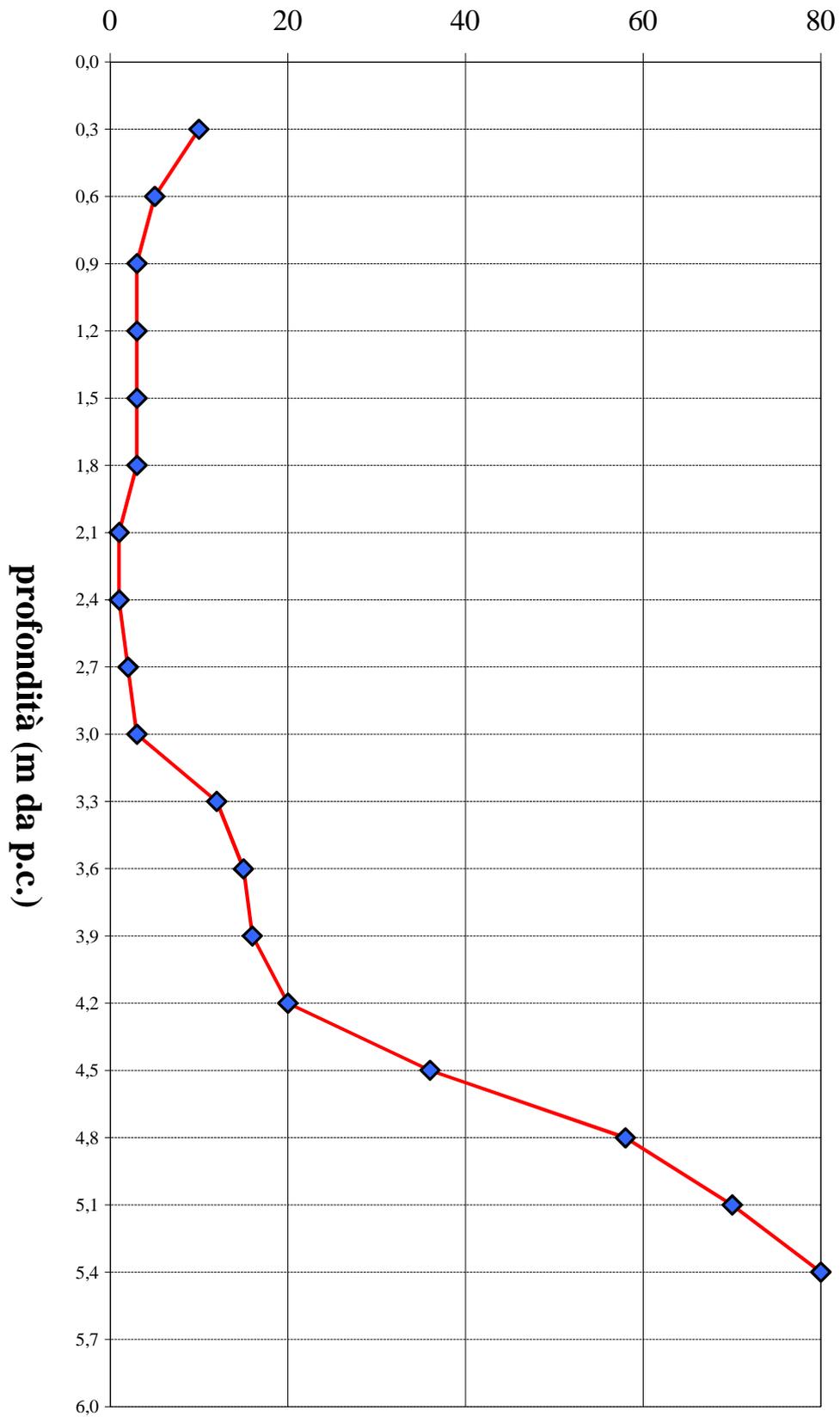


Cantiere: Cocquio Trevisago	N.Sondaggio: 1
Committente: Impresa Brambati	Scala sondaggio: 1:66
Perforatore: Maffenini	Metodo perf.: Carotaggio continuo
Coordinamento: SO.GE.TEC. S.r.l.	Quota (p.c.):
Geologo: Alberti Simona	Data ultimazione: Novembre 2002



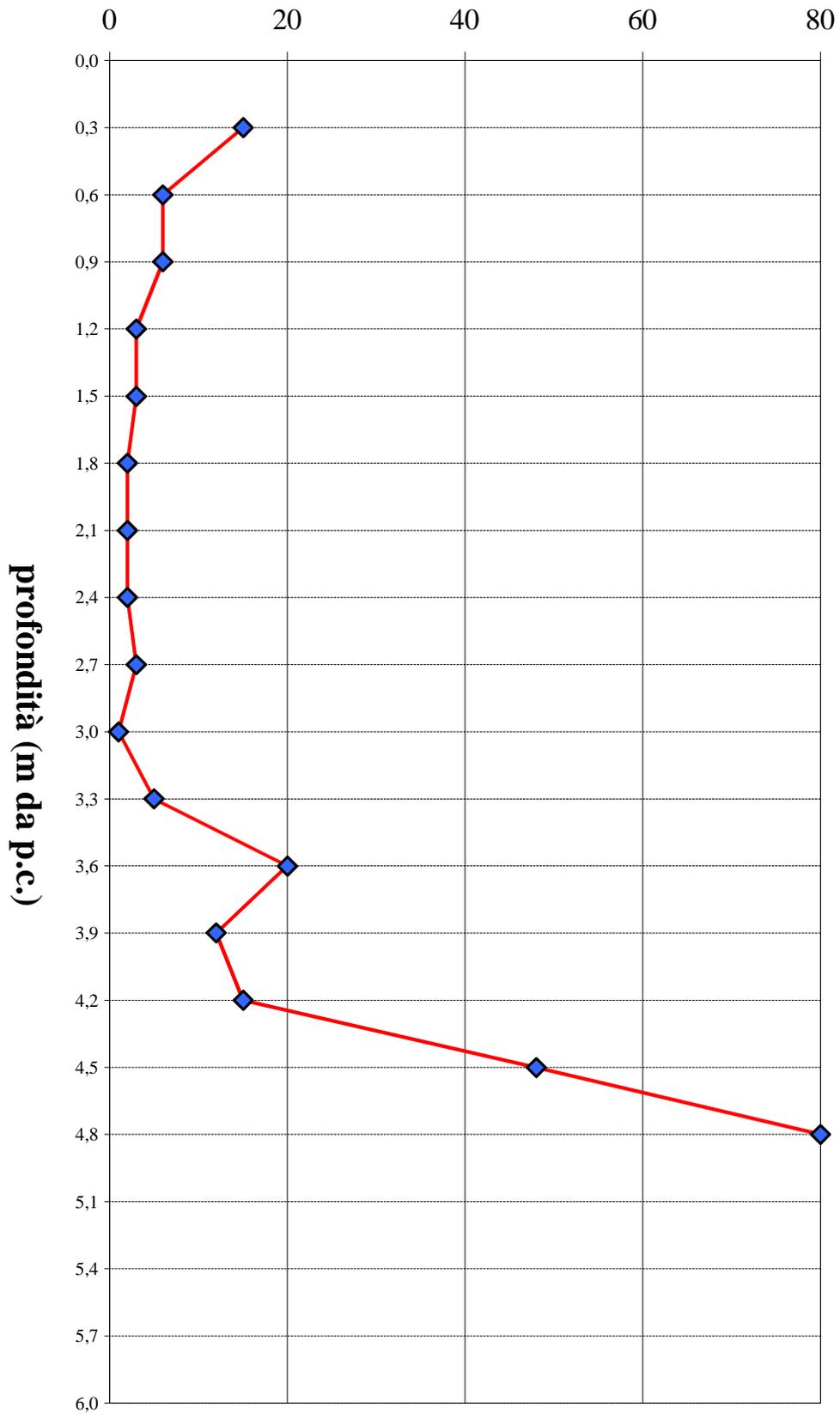
P81 S.P. 1 (II^ lotto)

P 114 (palestra)  
colpi / 30 cm



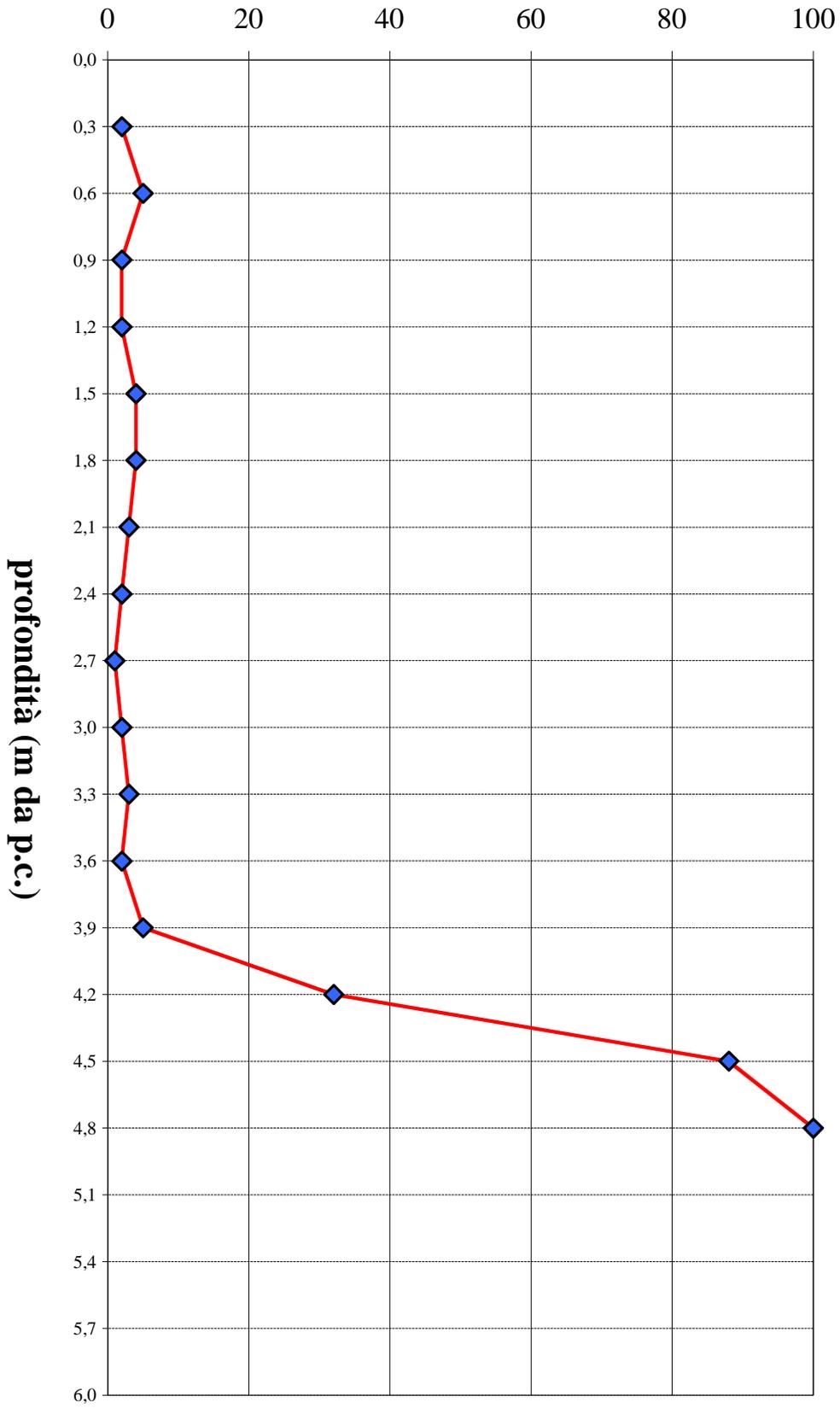
P 115 (palestra)

colpi / 30 cm



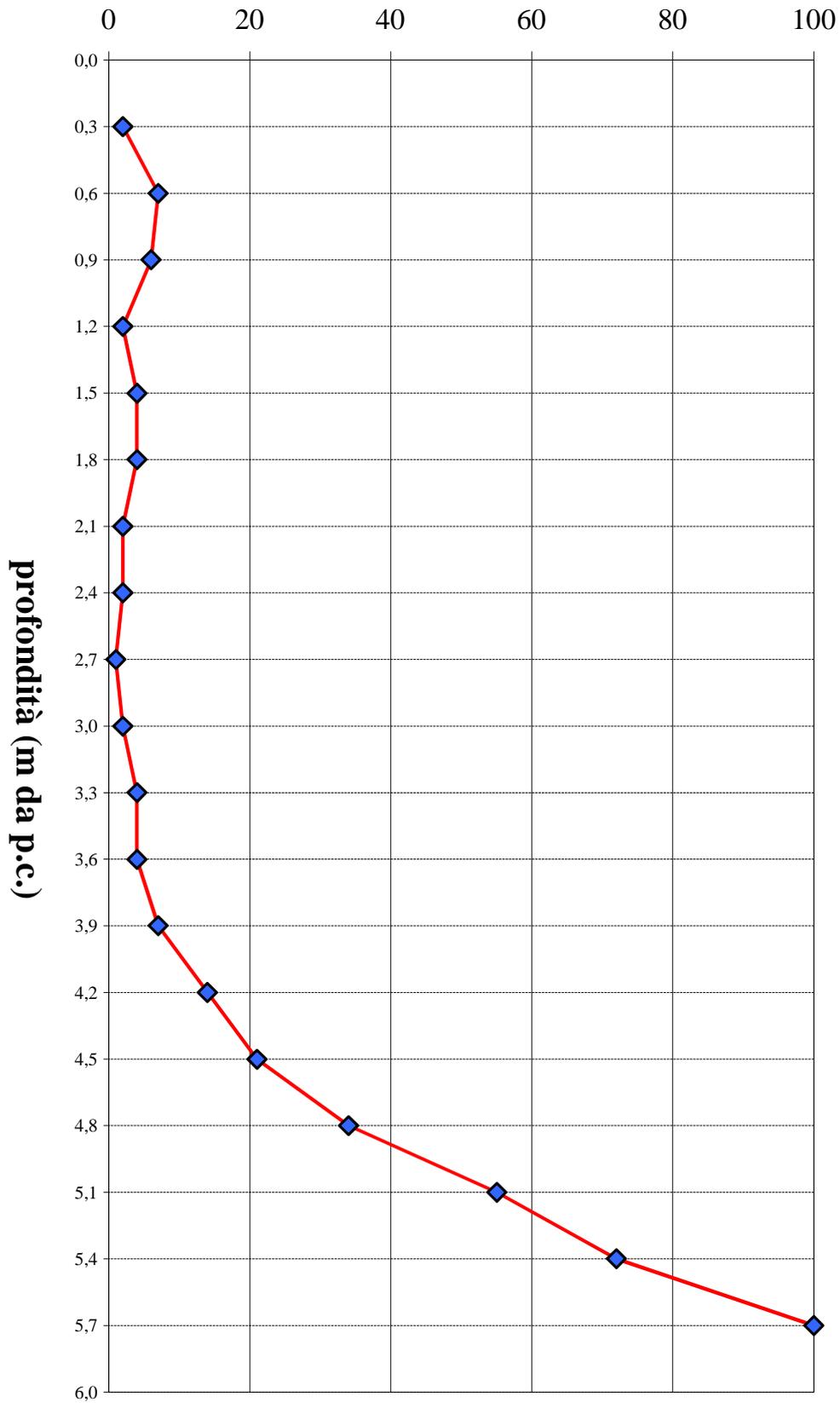
P 112 (Scuola media statale "D. Alighieri")

**colpi / 30 cm**



P 113 (Scuola media statale "D. Alighieri")

**colpi / 30 cm**



 **GEDA s.n.c. - via D. Alighieri, 27 - 21045 GAZZADA SCHIANNO (VA)**

## POZZETTO N° 1

<b>COMMITTENTE:</b>	<u>COM. COCQUIO TR</u>	<b>COMMESSA:</b>	<u>P.R.G.</u>
<b>LOCALITA':</b>	<u>centro raccolta rifiuti</u>	<b>QUOTA P.C.:</b>	<u>230 m. slm</u>
<b>DATA:</b>	<u>28 set. 94</u>	<b>RILEVATORE:</b>	<u>ser</u>

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	QUOTE	CAMP.	ASTM	NOTE
	- 0.2 m	Suolo e terreno di riporto			
- 0.5 m	- 0.6 m	- 0.4 m - 0.5 m	1 A	SM	
- 1.0 m	- 1.2 m	- 1.0 m - 1.1 m	1 B	GW	
- 1.5 m	- 1.7 m				FORTI VENUTE D'ACQUA
- 2.0 m	FINE POZZETTO				
- 2.5 m					
- 3.0 m					
- 3.5 m					



GEDA s.n.c. - via D. Alighieri, 27 - 21045 GAZZADA SCHIANNO (VA)

**POZZETTO N° 2**

COMMITTENTE:	COM. COCQUIO TR	COMMESSA:	P.R.G.
LOCALITA':	via del Gelso	QUOTA P.C.:	292 m. slm
DATA:	28 set. 94	RILEVATORE:	ser

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	QUOTE	CAMP.	ASTM	NOTE
	Suolo e terreno di riporto				
- 0.5 m					
		- 0.4 m			
	Limo sabbioso deb ghiaioso con argilla di colore bruno				P.P.: 1.2 1.5 - 1.8 1.2 - 1.1 1.6
- 1.0 m		- 0.8 m - 0.9 m	2 A	SW - SM	
- 1.5 m	Ciottoli ghiaia e sabbia in matrice limoso argillosa di colore nerastro e/o nocciola.				
	Ciottoli eterogenei con arrotondamento buono e bassa sfericit� anche molto alterati di dmax 40 cm				
- 2.0 m		- 2.0 m - 2.1 m	2 B	GM SM	
- 2.5 m					
- 3.0 m					
- 3.3 m					
	FINE POZZETTO				
- 3.5 m					



GEDA s.n.c. - via D.Alighieri, 27 - 21045 GAZZADA SCHIANNO (VA)

**POZZETTO N° 3**

COMMITTENTE:	<u>COM. COCQUIO TR</u>	COMMESSA:	<u>P.R.G.</u>
LOCALITA':	<u>campo sportivo</u>	QUOTA P.C.:	<u>324 m slm</u>
DATA:	<u>28 set. 94</u>	RILEVATORE:	<u>ser</u>

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	QUOTE	CAMP.	ASTM	NOTE
	Suolo e terreno di riporto				
-0.5 m	- 0.35 m				P.P.: 0.8
-1.0 m	Limo argilloso deb. sabbioso e ghiaioso di colore bruno Clasti alterati D max 5 cm				0.6 0.8 0.8 1.2
-1.5 m	- 1.6 m				
-2.0 m	Limo sabbioso argilloso debolmente ghiaioso molto umido Presenza di frustoli	- 2.0 m - 2.1 m	3	SM	1.2 0.8 1.4 0.6 0.5 0.6
-2.5 m					
-3.0 m					
-3.2 m					
-3.5 m	FINE POZZETTO				



GEDA s.n.c. - via D. Alighieri, 27 - 21045 GAZZADA SCHIANO (VA)

## POZZETTO N° 4

COMMITTENTE:	COM. COCQUIO TR	COMMESSA:	P.R.G.
LOCALITA':	loc. Camisio Inf.	QUOTA P.C.:	270 m slm
DATA:	28 set. 94	RILEVATORE:	ser

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	QUOTE	CAMP.	ASTM	NOTE
	Suolo e terreno di riporto				
-0.5 m					
		- 0.40 m			
	Limo pedogenizzato di colore bruno				
-1.0 m					
		- 1.2 m			
		- 1.3 m	4 A	SC - SM (OH - OL)	
-1.5 m					
-2.0 m					
		- 2.1 m			
		- 2.2 m	4 B	GW SW	
-2.5 m					
		- 2.5 m			
	Ghiaia e sabbia passante a calcare marnoso fratturato di colore giallastro (cappellaccio)				
	FINE POZZETTO				
-3.0 m					
-3.5 m					

 **GEDA s.n.c. - via D.Alighieri, 27 - 21045 GAZZADA SCHIANNO (VA)**

**POZZETTO N° 5**

COMMITTENTE:	<u>COM. COCQUIO TR</u>	COMMESSA:	<u>P.R.G.</u>
LOCALITA':	<u>loc. Medù</u>	QUOTA P.C.:	<u>239 m slm</u>
DATA:	<u>28 set. 94</u>	RILEVATORE:	<u>ser</u>

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	QUOTE	CAMP.	ASTM	NOTE
-0.5 m - 0.50 m	Suolo e terreno di riporto				
-1.0 m - 1.0 m	Limo pedogenizzato bruno scuro				
-1.5 m	Sabbia e ghiaia con ciottoli (dmax 15 cm) in matrice limoso- argillosa	- 1.5 m			
	Livelli ghiaiosi intercalati	- 1.6 m	5	SW-SM	
-2.0 m - 2.0 m					DA - 1.8 M FORTI VENUTE D'ACQUA
	<b>FINE POZZETTO</b>				
-2.5 m					
-3.0 m					
-3.5 m					



GEDA s.n.c. - via D. Alighieri, 27 - 21045 GAZZADA SCHIANNO (VA)

## POZZETTO N° 6

COMMITTENTE:	<u>COM. COCQUIO TR</u>	COMMESSA:	<u>P.R.G.</u>
LOCALITA':	<u>loc. Caldana</u>	QUOTA P.C.:	<u>390 m slm</u>
DATA:	<u>28 set. 94</u>	RILEVATORE:	<u>ser</u>

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	QUOTE	CAMP.	ASTM	NOTE
- 0.30 m	Suolo e terreno di riporto				
- 0.5 m	Limo sabbioso molto pedogenizzato di colore nero				P.P: 1.2 1.5 1.9 1.6 1.4
- 1.0 m					
- 1.5 m		- 1.4 m - 1.5 m	6	SM (OL)	
- 1.70 m - 1.80 m	Livello ciottoli arrotondati				
- 2.0 m - 2.0 m	Cappellaccio calcareo- marnoso giallastro				
	<b>FINE POZZETTO</b>				
- 2.5 m					
- 3.0 m					
- 3.5 m					



GEDA s.n.c. - via D.Alighieri, 27 - 21045 GAZZADA SCHIANNO (VA)

## POZZETTO N° 7

COMMITTENTE:	COM. COCQUIO TR	COMMESSA:	P.R.G.
LOCALITA':	loc. S.Andrea	QUOTA P.C.:	240 m slm
DATA:	28 set. 94	RILEVATORE:	ser

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	QUOTE	CAMP.	ASTM	NOTE	
- 0.30 m	Suolo e terreno di riporto					
- 0.5 m	Limo sabbioso argilloso pedogenizzato	- 0.6 m		SC (OL)	P.P. : 1.5	
- 0.80 m		- 0.7 m	7 A		2.0 1.8	
- 1.0 m	Limo argilloso sabbioso ghiaioso e ciottoloso di colore bruno scuro (Dmax clasti 10 cm)	- 1.1 m		SM		
- 1.30 m		- 1.2 m	7 B			
- 1.5 m	Limo giallastro con rara ghiaia, deb. sabbioso				2.1	
					2.5	
						2.2
- 2.0 m		- 2.0 m		ML	2.4	
	- 2.1 m	7 C	2.1			
- 2.5 m					2.5	
- 3.0 m	- 3.0 m				UMIDO 1.7 1.8	
	FINE POZZETTO					
- 3.5 m						

 **GEDA s.n.c. - via D.Alighieri, 27 - 21045 GAZZADA SCHIANNO (VA)**

**POZZETTO N° CIM 1**

<b>COMMITTENTE:</b>	<u>COM. COCQUIO TR</u>	<b>COMMESSA:</b>	<u>AMPLIAMENTO CIMITERO</u>
<b>LOCALITA':</b>	<u>cimitero</u>	<b>QUOTA P.C.:</b>	<u>264 m. slm</u>
<b>DATA:</b>	<u>18 dic. 85</u>	<b>RILEVATORE:</b>	<u>GEOSTUDI-VARESE</u>

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	QUOTE	CAMP.	ASTM	NOTE
- 0.2 m	<b>Suolo e terreno di riporto</b>				
- 0.5 m	<b>Limo ghiaioso, deb. sabbioso di colore nocciola pedogenizzato</b>				
- 1.0 m					
- 1.2 m					
- 1.5 m	<b>Limo sabbioso ghiaioso con ciottoli</b>				
- 2.0 m		- 1.9 m - 2.0 m	<b>CA</b>	<b>SM</b>	
- 2.4 m					
- 2.5 m	<b>Sabbia limosa giallastra</b>				
- 2.8 m					
- 3.0 m	<b>Sabbia ghiaiosa ciottolosa</b>	- 2.9 m - 3.0 m	<b>CB</b>	<b>SM</b>	
- 3.5 m					
- 4.0 m	<b>FINE POZZETTO</b>	- 3.9 m - 4.0 m	<b>CC</b>	<b>SW-SM</b>	

 **GEDA s.n.c. - via D.Alighieri, 27 - 21045 GAZZADA SCHIANNO (VA)**

**Pozzetto N° DEP 1**

COMMITTENTE:	<u>COM. DI COCQUIO</u>	COMMESSA:	<u>DEPURATORE</u>
LOCALITA':	<u>Via Besozzo</u>	QUOTA FONDO:	<u>-4.2</u>
DATA:	<u>26-lug-94</u>	RILEVATORE:	<u>ser</u>

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	P.P	V.T	CAMP.	NOTE
- 0.3 m	Suolo limoso argilloso				
- 0.5 m	Limo di color nocciola deb. sabbioso. Presenza di isolati ciottoli e clasti di ghiaia (max 12 cm). Livelletti limoso argillosi di colore grigio-azzurro in aumento verso il basso. Veli di sabbia fine	1.0	0.6		Presenza di radici e frustoli fino a 1.8 m
		0.9	0.7		
		1.9	0.7		
		2.4			
		1.9	0.4		
- 1.0 m		1.5	0.4		
		1.8			
		1.5	0.5	C1	
		2.0			
		1.6			
- 1.5 m		2.0	1.2		
		2.4			
		2.0			
		2.3	0.6		
- 1.95 m		3.1			
- 2.0 m	Limo argilloso di colore grigio con screziature nocciola nella parte alta	2.4	0.7		Dai 3.0 m circa terreno saturo d'acqua
		2.9		C2	
		2.7			
		3.1	0.5		
- 2.5 m		1.7			
		1.5			
		1.7			
		1.9			
		2.3			
- 3.0 m		1.2	0.2		
	0.4				
	0.6				
	0.7				
- 3.5 m					
- 4.0 m					
- 4.2 m					
	FINE POZZETTO				
- 4.5 m					

 **GEDA s.n.c. - via D.Alighieri, 27 - 21045 GAZZADA SCHIANNO (VA)**

**POZZETTO N° DEP 2**

COMMITTENTE:	<u>COM. DI COCQUIO</u>	COMMESSA:	<u>DEPURATORE</u>
LOCALITA':	<u>Via Besozzo</u>	QUOTA FONDO:	<u>-4.1</u>
DATA:	<u>26-lug-94</u>	RILEVATORE:	<u>ser</u>

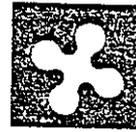
PROFONDITA'	DESCRIZIONE	P.P.	V.T.	CAMP.	NOTE
- 0.3 m	Suolo limoso argilloso				Terreno smosso fino a 0.7 m
- 0.5 m	Limo argilloso bruno pedogenizzato con livelletti di limo nocciola (0.9 m) e di sabbia limosa (1.2 ed 1.3 m) Da 1.0 m il colore è piu' scuro (maggior contenuto organico)	5.0	1.2	C3	
		2.5			
		1.5	0.8		
- 1.0 m		1.2			
		1.0	0.6		
	0.8				
	1.0	0.6			
- 1.5 m	- 1.5 m	0.8	0.5		
	- 1.6 m	1.0			
	Argilla grigio-azzurra	0.8	0.5	C4	
	Argilla limosa di colore grigio-verdastro ricco di frustoli	1.0	0.6		
- 2.0 m	- 2.0 m	0.9	0.75		
		1.6			
	Argilla con ghiaia e ciottoli				Vena d'acqua
	- 2.15 m				
	Argilla limosa passante verso il basso (almeno sotto i 3 m) a limo argilloso di colore grigio-verde Alcune piccole vene piu' sabbiose	1.0	0.4	C5	Grossi frustoli fino a 3 m
- 2.5 m		1.5	0.5		
		1.2			
		1.9	0.8		
		1.7			
		1.4	0.8		
- 3.0 m		1.6			
		1.8	0.6		
		1.3			
		1.5	0.6		
- 3.5 m		1.7			
		1.7	0.7		Terreni molto umidi da 3.5 m
- 4.0 m		1.8			
	- 4.1 m				
	FINE POZZETTO				
- 4.5 m					

 GEDA s.n.c. - via D. Alighieri, 27 - 21045 GAZZADA SCHIANNO (VA)

## Pozzetto N° DEP 3

COMMITTENTE:	<u>COM. DI COCQUIO</u>	COMMESSA:	<u>DEPURATORE</u>
LOCALITA':	<u>Via Besozzo</u>	QUOTA FONDO:	<u>-4.2</u>
DATA:	<u>26-lug-94</u>	RILEVATORE:	<u>ser</u>

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	P.P	V.T	CAMP.	NOTE
	Suolo limoso argilloso				
-0.4 m					
-0.5 m		0.9			
		1.5	0.7		Presenza di radici e frustoli fino a 2.0 m
		1.8			
		1.9	0.7		
-1.0 m	Limo sabbioso di color giallastro con livelletti piu' sabbiosi in intercalazioni decimetriche (dopo i 2 m)	1.6			
		1.4			
		1.8	0.8		
		1.5			
		2.3			
-1.5 m	Dopo i primi 3 m presenza di screziature grigie	1.6			
		1.8	0.8	C6	
		1.9			
		2.4	1.3		
		2.8			
-2.0 m		2.9			
		2.6	1.1		
		3.2			
		2.5			
		2.6	1.2		
-2.5 m		3.0			
		2.4			
		2.8			
		3.4			
		2.1	0.7		
-3.0 m		2.5			
		2.1			
		1.8			
-3.5 m		1.3	0.5		
		1.4			
-4.0 m					Dai 3.7 m circa terreno saturo d'acqua
-4.2 m					
	FINE POZZETTO				
-4.5 m					



**Regione Lombardia**  
**SERVIZIO GEOLOGICO**

**SCHEDA TECNICA PER L'ESECUZIONE**  
**DI RILIEVI STRUTTURALI**

SCHEDA N. 03 DATA 4/10/94 PROV. VA  
 COMUNITA' MONT. \_\_\_\_\_  
 COMUNE COLQUID TR. LOCALITA' CARMISIO INF  
 DENOMINAZIONE CYLLISIVA CRT 1:10.000  
 COORD. GAUSS BOAGA N. \_\_\_\_\_ E. \_\_\_\_\_  
 QUOTA (m.s.l.m.) 230 RILEVATORE \_\_\_\_\_  
 LITOTIPO PREVALENTE CALCIARE MARUSSO

DESCRIZIONE AMMASSO ROCCIOSO DEFIORAMENTO LUNGO LA STRADA PRATICAMENTE BRITTA  
DALLA VEGETAZIONE E COSTITUITO DA ALCUNI PICCOLI SPEGONI DI ROCCIA

DIMENSIONE DELL'AREA DI RILIEVO STRUTTURALE (mq.) 8

**GRADO DI ALTERAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO**

Fresco     Leggermente alterato     Mediamente alterato     Molto alterato     Completamente alterato

GIACITURA PARETE 260/80 FOTO  SI     NO

**TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PRINCIPALI FAMIGLIE DI DISCONTINUITA'**

SET	GIACITURE	APERTURA (mm)	PERSISTENZA (%)	SPAZIATURA (cm)	ALTERAZIONE	RIEMPIMENTO		JCS (MPa)		ONDULAZIONE	RUGOSITA'	JRC	ACQUA
						(mm)	(mat)	+	-				
S	230/20	0-15	100	20-50	WD2-WD4		GR	55	35	LI	RU	15	U
K1	N150 340/90	"	80	10-40	"		"	"	"	SE	LI	5	A/U
K2	280/90	"	70	40-60	"		"	"	"	SE	LI	7	A/U
K3	235/90	"	60	80	"		"	"	"	SE	RU	13	A/U
K4													

INTERCETTA orizzontale (cm): 15

TERCETTA verticale (cm): 15

VOLUME ROCCIOSO UNITARIO  
(unita' di misura)

min. 0km

med. \_\_\_\_\_

max. 50km

INDICE DI POINT LOAD  
(KN/cm<sup>2</sup>)

PERSISTENZA: <50% / 50 < % \* <90% / >90%

ALTERAZIONE: WD1 (fresca); WD2 (ossidata); WD3 (alterata senza riempimento); WD4 (alt. con riempimento); WD5 (pragionalmente alterata).

RIEMPIMENTO: COesivo; GRanulare; CEmentato; Rigonfiante.

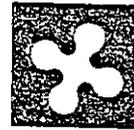
S: indice di rimbalzo misurato con il martello di Schmidt.

ONDULAZIONE: PPlanare; ONdulata; SEghettata; IRregolare.

RUGOSITA': LIsce; Pieghezzate; RUGose.

J: coefficiente di rugosita' delle superfici di discontinuita' misurato con il Pettine di Barton.

ACQUA: Asciutto; Umido; Bagnato; Stiticcio; Venuta.



**Regione Lombardia**  
**SERVIZIO GEOLOGICO**

SCHEDA N. 03 DATA 4/10/94 PROV. VA  
 COMUNITA' MONT. \_\_\_\_\_  
 COMUNE COCOVIO TR. LOCALITA' CERRO  
 DENOMINAZIONE STR. XCALOZZA CRT 1:10.000  
 COORD. GAUSS BOAGA N. \_\_\_\_\_ E. \_\_\_\_\_  
 QUOTA (m.s.l.m.) 460 RILEVATORE FS  
 LITOTIPO PREVALENTE CALCARE MAFIOSO

SCHEDA TECNICA PER L'ESECUZIONE  
DI RILIEVI STRUTTURALI

DESCRIZIONE AMMASSO ROCCIOSO AFFIORAMENTO LUNGO LA STRADINA, PARZIALMENTE OBTURATO DALLA  
VEGETAZIONE E COSTITUITO DA ALCUNI FILONI SPESCHI DI ROCCIA

DIMENSIONE DELL'AREA DI RILIEVO STRUTTURALE (mq.) 8

GRADO DI ALTERAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Fresco  Leggermente alterato  Mediamente alterato  Molto alterato  Completamente alterato

INACIATURA PARETE 260/80 FOTO  SI  NO

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PRINCIPALI FAMIGLIE DI DISCONTINUITA'

SET	GIACITURE	APERTURA (mm)	PERSISTENZA (%)	SPAZIATURA (cm)	ALTERAZIONE	RIEMPIMENTO		JCS (MPa)		ONDULAZIONE	RUGOSITA'	JRC	ACQUA
						(mm)	(mat)	+	-				
S	220/20	5 ÷ 15	100	10 ÷ 20	WD1-WD2		GR	50	30	PL	RU	14	U
K1	170/80	0 ÷ 10	80	60 ÷ 100				40	65	PL	L1	6	A/U
K2	280/50	0 ÷ 10	70	30 ÷ 150						SE	L1	6	A/U
K3	150/30	0 ÷ 10	60	~100	Y					SE	RU	12	A/U
K4													

SPACCATURA orizzontale (cm): 30

SPACCATURA verticale (cm): 20

VOLUME ROCCIOSO UNITARIO  
(unita' di misura)

min. 4.5  
med. \_\_\_\_\_  
max. 5.5

INDICE DI POINT LOAD  
(KN/cm<sup>2</sup>)

PERSISTENZA: <50% / 50-90% / >90%

ALTERAZIONE: WD1 (fresca); WD2 (ossidata); WD3 (alterata senza riempimento); WD4 (alt. con riempimento); WD5 (profondamente alterata).

RIEMPIMENTO: COesivo; GRanulare; CEmentato; RIgonfiante.

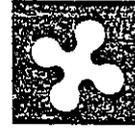
J: indice di rimbalzo misurato con il martello di Schmidt.

ONDULAZIONE: PLanare; ONdulata; SEghettata; IRegolare.

RUGOSITA': LISce; PIEghettata; RUGose.

J: coefficiente di rugosità delle superfici di discontinuita' misurato con il Pettine di Barton.

ACQUA: ASCIutto; UMido; BAGnato; STIllicidio; VENuta.



# Regione Lombardia

## SERVIZIO GEOLOGICO

SCHEDA N. 01 DATA 4/10/99 PROV. VA  
 COMUNITÀ MONT. \_\_\_\_\_  
 COMUNE COCQUIO TR. LOCALITÀ ABITATO CENTRALE  
 DENOMINAZIONE \_\_\_\_\_ CRT 1:10.000 \_\_\_\_\_  
 COORD. GAUSS BOAGA N. \_\_\_\_\_ E. \_\_\_\_\_  
 QUOTA (m.s.l.m.) 335 m s.m. RILEVATORE FS  
 TIPOLOGIA PREVALENTE CALCARE MARNOSO

### SCHEDA TECNICA PER L'ESECUZIONE DI RILIEVI STRUTTURALI

DESCRIZIONE AMMASSO ROCCIOSO INTAGLIO ARTIFICIALE RECEPTE ALLE SPALLE DI UN MURAFFATTO IN COSTRUZIONE  
AL DI SOTTO DI UNA COPERTURA SCIOGTA DI SPESORE 0-200 m (con m. in 1/200). ROCCIA  
STRATIFICATA ED FRATTURATA - ZONE ALTERATE LUNGHE LE SUP. DI SCORRIMENTO H<sub>2</sub>O IN ACQUA FREDDA  
 DIMENSIONE DELL'AREA DI RILIEVO STRUTTURALE (mq) ~10

#### GRADO DI ALTERAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Fresco     Leggermente alterato     Mediamente alterato     Molto alterato     Completamente alterato

RICATTURA PARETE 195/30 FOTO  SI     NO

#### TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PRINCIPALI FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ

SET	GIACITURE	APERTURA (mm)	PERSISTENZA (%)	SPAZIATURA (cm)	ALTERAZIONE	RIEMPIMENTO		JCS (MPa)		ONDULAZIONE	RUGOSITÀ	JRC	ACQUA
						(mm)	(mat)	+	-				
S	210/30	0:10	100	10:50	WD1 - WD4	~5	GR	56	48	PL	RU	13	da A a S
K1	70/90 240/90	0:12	90	50:100	WD1 WD4		GR	55	50	SE	LI	7	"
K2	N/90	0:5	60	50:80	"		"	"	"	SE	LI	8	"
K3	160/70	0:3	60	50:80	"		"	"	"	IR	RU	11	"
K4													

INTERCETTA orizzontale (cm): 50

VOLUME ROCCIOSO UNITARIO  
(unità di misura)

min. dmc  
 med. 5 dmc  
 max. mc

INDICE DI POINT LOAD  
(KN/cm<sup>2</sup>)

INTERCETTA verticale (cm): 30

PERSISTENZA: <50% / 50 < % \* <90% / >90%

ALTERAZIONE: WD1 (fresca); WD2 (ossidata); WD3 (alterata senza riempimento); WD4 (alt. con riempimento); WD5 (profondamente alterata).

RIEMPIMENTO: COesivo; GRanulare; CEmentato; RIgonfiante.

JCS: indice di rimbalzo misurato con il martello di Schmidt.

ONDULAZIONE: PLanare; ONdulata; SEghettata; IRregolare.

RUGOSITÀ: LIsce; PIeghettate; RUGose.

JRC: coefficiente di rugosità delle superfici di discontinuità misurato con il Pettine di Barton.

ACQUA: ACciutto; UMido; BAGnato; STIllicidio; VENuta.