

PROVINCIA DI BERGAMO

COMUNE di CISERANO



**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
AI SENSI DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11 MARZO 2005, N.12**

REDATTA DA:

DOTT. GEOL. MAURIZIO FACCHIN
VIA DON C. GNOCCHI, 22 - 24124 BERGAMO
☎ 035.4124060
Iscr. Ordine Reg. Geologi n. 1179

COLLABORATORI

DOTT. GEOL. ALESSANDRO BIANCHI
DOTT.SSA GEOL. EDDA AMIGONI
DOTT. GEOL. TOMMASO SIMONATO
DOTT. ARCH. ROZZONI MARCO

Bergamo, aprile 2012

INDICE

1	PREMESSA	5
2	METODOLOGIA DI STUDIO	8
2.1	<i>Fase di analisi</i>	8
2.2	<i>Fase di sintesi e valutazione</i>	9
2.3	<i>Fase propositiva</i>	10
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CLIMATICO	11
3.1	<i>Caratteristiche geografiche</i>	11
3.2	<i>Aspetti climatici</i>	14
4	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	22
4.1	<i>Inquadramento geologico</i>	22
4.2	<i>Caratteristiche litologiche</i>	24
5	GEOMORFOLOGIA	34
6	CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE	40
7	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	46
8	CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE	49
8.1	<i>Idrografia superficiale</i>	49
8.2	<i>Inondabilità del territorio</i>	54
8.3	<i>Idrogeologia</i>	57
9	PERMEABILITÀ DEI TERRENI E VULNERABILITÀ DELLA FALDA FREATICA	65
10	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO	73
10.1	<i>Articolazione del lavoro</i>	73
10.2	<i>Analisi di 1° livello</i>	74
10.3	<i>Analisi di 2° livello – Effetti litologici</i>	76

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

10.3.1	Indagine di sismica passiva ai fini della microzonazione sismica comunale	77
10.3.2	Località di indagine di sismica passiva nel Comune di Ciserano.....	82
10.3.3	Verifica degli effetti di sito in relazione all'amplificazione sismica	95
10.3.4	Considerazioni conclusive sulla microzonazione sismica locale	97
11	DESCRIZIONE DELLA CARTA DEI VINCOLI	98
12	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE A RISCHIO GEOLOGICO	101
13	DESCRIZIONE DELLA CARTA DI SINTESI	104
14	DESCRIZIONE DELLA CARTA DI FATTIBILITÀ	107
15	NORME GEOLOGICHE DI PIANO	113
16	NORME TECNICHE DI PREVENZIONE ANTISISMICA PER LE NUOVE COSTRUZIONI DEL COMUNE DI CISERANO	122
16.1	<i>Il 3° livello</i>	126
17	NORMATIVA RELATIVA ALLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO	131
18	NORME DI ATTUAZIONE DEL PTCP RELATIVE ALLA DIFESA DEL TERRITORIO	134
19	BIBLIOGRAFIA	137

ALLEGATI

STRATIGRAFIE E MISURA DELLA FALDA FREATICA

SCHEDA DELL'AMBITO TERRITORIALE ESTRATTIVO ATEg18

GLOSSARIO GEOFISICO

CARTOGRAFIA

TAV. 1: CARTA GEOLOGICA E DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

TAV. 2: CARTA GEOMORFOLOGICA E PEDOLOGICA

TAV. 3: CARTA IDROLOGICA E IDROGEOLOGICA

TAV. 4: SEZIONI IDROGEOLOGICHE

TAV. 5: CARTA DELLA PERMEABILITÀ DEI TERRENI E DELLA VULNERABILITÀ
DELLA FALDA FREATICA

TAV. 6: CARTA DEI VINCOLI

TAV. 7: CARTA DI SINTESI

TAV. 8: CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA IN Scala 1:10.000

TAV. 9: CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA IN Scala 1:5.000

1 PREMESSA

La presente relazione e gli allegati elaborati cartografici sono stati redatti su incarico dell'Amministrazione Comunale di Ciserano al fine di definire la componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio ai sensi dell'Art. 57 della Legge Regionale n. 12 del 11 marzo 2005.

Lo studio è stato redatto in conformità ai contenuti della Deliberazione della Giunta Regionale della Lombardia 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, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374.

Il lavoro svolto rappresenta peraltro un aggiornamento dello studio geologico redatto dallo scrivente nel 2002, ai sensi della Legge Regionale della Lombardia n. 41 del 24 novembre 1997 - *"Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti"*. Nel rispetto di quanto richiesto dalle deliberazioni inizialmente citate si è proceduto:

- all'esame di dati generali e/o puntuali di carattere geologico, geotecnico, geofisico e idrogeologico derivante da indagini eseguite negli ultimi anni sul territorio comunale e all'integrazione degli stessi con quelli riportati nel precedente studio geologico comunale;
- all'esecuzione di sopralluoghi e rilievi finalizzati all'ottenimento di ulteriori elementi di analisi e a verificare eventuali modifiche dell'assetto geomorfologico e urbanistico con relativi effetti indotti;
- all'analisi dei vincoli di polizia idraulica riportati nello Studio del reticolo idrico minore comunale redatto ai sensi della D.G.R. n. 7/7868 del 25/12/2002 e della D.G.R. n. 7/13950 del 01/08/2003;
- alla definizione della componente sismica (in linea con le disposizioni nazionali introdotte dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.

3274 del 20 marzo 2003 e s.m.i.) da cui scaturiscono le nuove classificazioni sismiche del territorio su base comunale;

- alla rielaborazione e all'aggiornamento della cartografia allegata alla relazione illustrativa sulla nuova base topografica aerofotogrammetrica predisposta dall'Amministrazione comunale, tenendo conto delle modifiche introdotte dalla normativa regionale attualmente in vigore e introducendo elementi di nuova acquisizione.

Il presente studio geologico, che deve essere contenuto integralmente nel Documento di Piano, è il risultato dell'elaborazione ed interpretazione critica dei dati raccolti nelle varie fasi conoscitive e dell'applicazione dei criteri previsti dalla normativa vigente. Esso rappresenta una delle componenti del quadro conoscitivo del territorio comunale e costituisce base per le scelte pianificatorie.

Il Piano delle Regole dovrà contenere come parti integranti le fasi di sintesi/valutazione e proposta (Carte di Sintesi, dei Vincoli, di Fattibilità e Norme geologiche di Piano), in quanto contribuiscono alla definizione della normativa d'uso del territorio.

Gli interventi di nuova edificazione dovranno essere conformi a quanto previsto nelle Norme geologiche di Piano per le rispettive classi di fattibilità geologica, così come desumibili dalla Carta di fattibilità, previa verifica di eventuali limitazioni d'uso del territorio imposte da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico, rappresentate nella Carta dei vincoli.

Si precisa che lo scopo del presente lavoro non è quello di approfondire problemi di carattere geologico-tecnico puntuali, ma di fornire il quadro geoambientale d'insieme di tutto il territorio.

Non rientra difatti tra gli obiettivi di questo studio la definizione a grande scala delle caratteristiche geotecniche dei terreni, necessitante di puntuali investigazioni del sottosuolo, non previste data la scala e la natura dello studio stesso.

Vengono dunque fornite solamente indicazioni di massima su tali caratteristiche, che non sono in nessun modo sostitutive di specifiche

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

normative e leggi vigenti, quali, in particolare, il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento ordinario n. 30, e in vigore dal 1 luglio 2009 per tutte le zone sismiche e tutte le tipologie di edifici.

2 METODOLOGIA DI STUDIO

Lo studio è stato redatto avendo come riferimento le leggi e le normative prodotte a livello statale e regionale nel campo della difesa del suolo e della salvaguardia dell'ambiente e del territorio, seguendo inoltre le indicazioni e analizzando i vincoli contenuti negli strumenti di pianificazione comunali e sovracomunali, con particolare attenzione alle varie situazioni di criticità ambientale e di rischio idrogeologico in essi riscontrati.

La metodologia seguita per la predisposizione dello studio si è articolata nelle seguenti fasi.

2.1 Fase di analisi

Nelle prime fasi del lavoro si è proceduto al riesame dello studio geologico redatto nel 2002 e della documentazione raccolta per la sua stesura, a cui è seguita la ricerca e valutazione di nuovi dati di inquadramento, bibliografici, storici, geologici, geomorfologici, pedologici, idrologici, idrogeologici disponibili e relativi a lavori eseguiti recentemente sul territorio comunale.

A partire dalla documentazione di cui alla fase precedente, è seguita la fase di approfondimento e un'analisi di maggior dettaglio sulle aree a maggior rischio. E' stato in particolare effettuato il rilievo geologico e geomorfologico dell'area indagata, utilizzando come base topografica il rilievo aerofotogrammetrico alla scala 1:5.000 del territorio comunale.

Le indagini geologiche e geomorfologiche hanno fornito elementi significativi per ricostruire l'evoluzione ed il progressivo mutamento del territorio comunale e definire le aree con diverse caratteristiche.

Un importante approfondimento, che nel precedente studio geologico non era stato considerato, è l'analisi della sismicità del territorio. Esso è stato svolto in conformità alle procedure previste dall'Allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, intitolato "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio". La metodologia di lavoro relativa a tale aspetto verrà più dettagliatamente descritta in uno specifico capitolo della presente relazione; in

questa sede si accenna solamente al fatto che al fine di procedere alla caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica locale e di valutare l'adeguatezza delle normativa nazionale nella definizione del valore di accelerazione sismica massima prevedibile da adottare in fase di progettazione, sono state eseguite apposite indagini geofisiche realizzate direttamente in sito e valutazioni finali in modo tale da costituire un valido supporto alla pianificazione urbanistica.

I dati reperiti nella fase di analisi hanno consentito l'elaborazione e redazione delle carte relative ai vari tematismi ritenuti significativi per completare l'inquadramento del territorio e per la successiva predisposizione delle carte derivate.

Sono stati quindi redatti i seguenti elaborati cartografici, in scala 1:5.000:

- Carta geologica e della pericolosità sismica locale;
- Carta geomorfologica e pedologica;
- Carta idrologica e idrogeologica;
- Sezioni idrogeologiche;
- Carta della permeabilità dei terreni e della vulnerabilità della falda freatica.

2.2 Fase di sintesi e valutazione

La fase di sintesi e valutazione ha condotto alla definizione della Carta dei vincoli e della Carta di sintesi.

La prima individua le limitazioni d'uso del territorio prescritte da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico. Alcune perimetrazioni precedentemente riportate nello studio geologico del 2002 sono state modificate in quanto confrontate con recenti studi quali l'individuazione del reticolo idrico minore.

La Carta di sintesi propone, invece, una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idrogeologica e idraulica. Essa consente di ricostruire il quadro di insieme dell'area studiata mediante un elaborato unico in cui vengono rappresentate le

zone omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che la genera. Tale carta, pertanto, è costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idrogeologica e idraulica omogenee.

La valutazione incrociata degli elementi illustrati nella "*Carta di sintesi*" con gli obiettivi del P.G.T. ha preceduto la messa a punto della fase propositiva, consentendo la lettura del territorio sotto il profilo geologico-ambientale e delle vocazioni d'uso.

2.3 Fase propositiva

Mediante l'elaborazione critica dei dati e delle conoscenze ambientali a disposizione, si è giunti alla definizione della fase propositiva finale attraverso la redazione delle norme geologiche di attuazione e della "*Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano*", che designa la zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità e rischio geologico, idrogeologico e sismico presenti, e che attraverso una classificazione d'uso del territorio porta ad una limitazioni d'uso dello stesso. Tale elaborato cartografico, che riguarda l'intero territorio comunale, viene fornito sia alla scala 1:10.000 che alla scala 1:5.000; nel primo caso è stata utilizzata come base topografica la Carta Tecnica Regionale mentre nel secondo l'aerofotogrammetrico comunale.

Si è proceduto inoltre alla valutazione degli ambiti potenzialmente soggetti ad amplificazione sismica locale; la sismicità territoriale non concorre a definire la classe di fattibilità, ma ad essa è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del Piano di Governo del Territorio.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CLIMATICO

3.1 *Caratteristiche geografiche*

Geograficamente il territorio di Ciserano è ubicato nel settore occidentale della Provincia di Bergamo, in una fascia compresa tra il fiume Serio ad est e i fiumi Brembo e quindi Adda ad ovest.

L'area in esame si colloca più precisamente ad una distanza di circa 11 km dal Serio e di circa 4 km dal Brembo, che confluisce nell'Adda in corrispondenza di Canonica d'Adda, alla latitudine corrispondente alla parte meridionale del territorio di Ciserano.

L'area è collocata in corrispondenza dell'alta pianura bergamasca, a SO di Bergamo e a circa 14 km in linea d'aria dalla zona pedemontana sottostante ai primi rilievi delle Alpi Orobie; essa è cartografata sulla Carta Tecnica Regionale della Lombardia in scala 1:10.000, ai Fogli C5a5 e C5b5.

Il Comune ricade nel settore denominato "trevigliese", nella porzione meridionale dell'alta pianura bergamasca, al passaggio tra questa e la bassa pianura.

I confini amministrativi sono: da ovest a nord con il Comune di Boltiere, da nord ad est con il Comune di Verdellino, a est per un breve tratto con il Comune di Verdello, da est a sud con il territorio di Arcene; da sud a ovest con Pontirolo Nuovo.

I confini comunali seguono generalmente le proprietà dei fondi, tranne che a SO dove coincidono con il Fosso Bergamasco, allineato in direzione NO-SE, e in un breve tratto ad est dove seguono la Strada Statale n. 42. In passato il Fosso Bergamasco segnava la linea di confine tra il Ducato di Milano, cui apparteneva Treviglio, e la Repubblica di Venezia, che comprendeva la città di Bergamo.

Il territorio comunale è pianeggiante e presenta un'estensione pari a 5,20 kmq. La quota municipale (riferimento IGM) è di 162 m slm, la quota massima raggiunge i 167 m slm a nord, mentre a sud le quote minime si attestano

intorno ai 136-137 m slm in corrispondenza del bacino di falda ribassato facente parte dell'ambito estrattivo ATEg18.

Topograficamente il territorio è caratterizzato da una vasta area pianeggiante degradante blandamente verso sud con pendenze inferiori allo 0,7%. Nel settore meridionale l'attività estrattiva di cava ha dato origine al suddetto bacino artificiale di falda, depresso di quasi 20 m rispetto alla pianura circostante.

A poche decine di metri oltre il limite occidentale del territorio comunale si sviluppa invece una serie di terrazzamenti; essi sono separati da scarpate nette e ben evidenti, con andamento NNE-SSO subparallelo al tratto terminale del fiume Brembo a nord e a quello del fiume Adda più a sud. I terrazzamenti danno origine ad un dislivello dell'ordine dei 20-25 metri verso i due corsi d'acqua.

Il territorio è attraversato da un fitto reticolo di rogge e canali ma non da corsi d'acqua naturali, anche se il torrente Morla, lambisce il settore orientale.

La viabilità è rappresentata principalmente dalla Strada Provinciale n. 122 denominata Francesca e orientata in direzione E-O, che unisce Pontirolo Nuovo con Spirano, e dalla ex Strada Provinciale n. 145 che collega Ciserano con Boltiere e Arcene.

Il settore orientale del territorio comunale è attraversato in direzione NNE-SSO dalla linea ferroviaria Bergamo-Treviglio. Parallelamente alla linea ferroviaria, la Strada Statale n. 42 lambisce l'estremità orientale del Comune; la variante di tale strada all'abitato di Arcene, realizzata recentemente, interessa per un tratto di alcune centinaia di metri anche il territorio di Ciserano.

Oltre alle strade summenzionate, è presente un sistema viario a carattere locale, sviluppato a partire dal centro abitato e che interessa in particolar modo la zona di Zingonia, a cui si aggiunge una serie di strade sterrate poderali che spesso coincidono con i limiti dei vari frazionamenti catastali.

Tra gli anni sessanta e settanta nel territorio comunale sono sorte più di sessanta industrie che hanno trasformato Ciserano da centro agricolo in cui si

coltivava prevalentemente granoturco a paese profondamente industrializzato e urbanizzato. Di conseguenza è cambiata anche la conformazione urbana dell'antico centro abitato, con la presenza di edifici industriali e condomini di grandi dimensioni che caratterizzano il territorio.

Gran parte delle attività industriali si sono sviluppate nell'insediamento di Zingonia, che divide il suo territorio tra Ciserano, Verdellino, Verdello, Boltiere e Osio.

Le aree urbanizzate più recenti sono localizzate, oltre che a Zingonia (nel settore nord-orientale), attorno al vecchio nucleo di Ciserano e lungo la strada Francesca, mentre i settori occidentale e meridionale conservano tracce di impronta agricola, sebbene siano presenti una discarica dismessa, una sottostazione elettrica dell'ENEL e l'ambito estrattivo ATEg18.

Le uniche zone che hanno mantenuto una certa "naturalità" si trovano in corrispondenza di un fontanile estinto, peraltro di origine antropica, e, appena al di fuori del territorio comunale, lungo il corso della Morla.

La popolazione residente nel comune e nelle sue frazioni ammonta a 5698 abitanti circa, con una densità media di 1095 ab/kmq.

3.2 *Aspetti climatici*

Per la caratterizzazione climatica del territorio comunale sono stati utilizzati i dati meteorologici riferiti alla stazione dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura - Sezione di Bergamo/Stezzano, confrontati e integrati con i dati provenienti da diverse stazioni dislocate nel territorio provinciale, riguardanti in particolare le stazioni pluviometriche di Brembate Sotto, Treviglio e Vaprio d'Adda, e la stazione termometrica di Crespi d'Adda.

Dall'analisi della carta delle isoiete della Provincia di Bergamo riferite al periodo 1891-1990, la piovosità media nella zona di Ciserano risulta dell'ordine dei 950-1050 mm annui con valori minimi compresi tra i 650 e i 750 mm e massimi tra circa 1400 e 1600 mm.

La tabella riportata nella pagina seguente è tratta dallo studio sulle osservazioni meteorologiche condotte nel periodo compreso tra il 1958 e il 1989 dall'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura - Sezione di Bergamo.

La stazione, che si trova a meno di 9 km di distanza da Ciserano, è localizzata nella seguente posizione:

Latitudine Nord: 45° 39' 38"

Longitudine Ovest: 2° 47' 40" da Monte Mario

Quota: 218 m slm.

Riassumendo i dati pluviometrici presentati nella tabella si evince che le precipitazioni medie annue si attestano intorno ai 1177 mm, con il primo massimo registrato nel mese di agosto (129 mm), che è riconducibile agli ingenti apporti dei fenomeni temporaleschi, e dei massimi relativi durante i mesi tardo primaverili (119 e 120 mm nel periodo maggio-giugno) e in autunno (117 mm a ottobre). Il trend delle precipitazioni presenta inoltre un minimo principale nei mesi compresi tra dicembre e febbraio (68 mm).

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

**Precipitazioni medie e annue totali (in mm di pioggia)
e giornate di pioggia a Bergamo dal 1958 al 1989**

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale	Giornate
1958	14,7	55,9	40,6	213,5	61,4	152,5	28,4	65,3	30,9	102,8	84,5	218,3	1068,8	94
1959	16,9	16,2	146,0	85,3	136,9	220,3	196,0	207,6	94,2	135,5	202,9	181,8	1639,6	119
1960	85,2	106,0	115,8	93,0	35,2	217,5	113,0	109,0	248,7	239,6	187,2	95,7	1645,9	143
1961	111,4	29,2	0,0	144,6	111,1	109,3	97,7	15,2	31,3	101,4	170,4	50,1	971,7	99
1962	66,1	51,2	72,2	128,2	159,4	108,2	86,1	21,2	18,6	90,6	124,9	22,3	949,0	106
1963	84,7	43,2	108,4	80,4	130,2	86,6	116,8	341,4	116,2	47,8	245,7	63,8	1465,2	157
1964	19,6	56,2	173,4	104,6	75,0	72,6	76,0	114,4	9,2	153,2	62,0	85,8	1002,0	125
1965	68,8	0,0	96,6	21,8	164,6	182,0	132,9	167,0	238,2	36,2	144,1	49,2	1301,4	122
1966	26,2	63,4	15,4	182,6	67,2	60,6	144,4	127,3	64,6	319,0	176,2	60,2	1307,1	123
1967	11,2	85,6	74,8	72,0	66,6	95,8	109,2	129,0	71,8	68,7	109,2	33,8	927,7	100
1968	4,0	196,8	18,4	49,0	112,2	137,8	182,0	276,4	63,6	87,0	131,8	51,4	1310,4	131
1969	101,2	83,4	80,4	70,0	58,0	120,4	41,6	150,4	93,4	0,0	108,2	22,8	929,8	101
1970	138,8	24,8	109,6	53,0	104,2	171,0	57,6	197,8	28,6	34,6	214,8	32,0	1166,8	100
1971	103,0	52,6	119,6	67,4	152,8	176,0	59,2	79,2	72,6	12,2	129,8	34,8	1059,2	110
1972	95,0	141,0	94,4	147,4	86,0	104,6	105,6	57,4	114,0	75,4	25,5	85,0	1131,3	139
1973	76,2	13,8	1,4	44,2	49,0	156,2	181,0	111,8	69,4	123,6	34,0	56,9	917,5	110
1974	34,4	147,6	64,1	97,6	52,4	63,4	35,0	154,2	61,8	72,0	78,0	9,2	869,7	122
1975	116,6	56,8	119,4	27,8	207,8	126,0	33,0	166,1	244,8	129,4	137,2	80,3	1445,2	117
1976	16,4	23,4	13,2	54,6	61,8	20,6	164,8	158,6	290,8	298,4	137,4	48,0	1288,0	117
1977	220,4	141,0	122,2	94,2	244,6	135,6	229,6	252,4	78,2	158,0	35,2	61,8	1773,2	140
1978	181,6	151,2	44,0	103,8	160,6	81,4	135,4	78,6	2,2	36,6	31,6	74,6	1081,6	129
1979	99,8	88,0	184,2	138,4	21,6	128,8	61,8	213,9	166,4	243,4	96,2	123,2	1565,7	135
1980	56,2	28,4	133,0	9,8	117,4	145,4	46,2	36,8	35,8	229,6	108,0	18,4	965,0	105
1981	2,6	1,0	84,8	45,4	199,6	42,8	190,0	82,8	207,0	119,8	131,8	130,6	1238,2	120
1982	20,4	22,8	111,4	9,0	97,4	144,4	190,8	134,4	62,0	274,0	191,0	70,4	1328,0	122
1983	1,4	32,8	114,8	119,0	173,2	48,4	46,0	142,8	6,8	41,4	0,6	134,9	862,1	89
1984	14,2	60,2	117,8	95,0	284,6	100,8	15,4	132,8	143,0	113,8	91,6	78,2	1247,4	132
1985	92,0	6,6	211,0	51,0	171,0	154,8	77,4	54,4	30,4	35,2	139,2	75,6	1098,6	88
1986	151,6	90,2	54,8	133,6	97,0	85,2	74,0	107,8	72,4	15,0	58,0	12,2	951,8	101
1987	51,0	190,4	28,4	82,2	124,4	115,4	39,0	112,0	32,4	137,2	55,0	45,8	1013,2	97
1988	144,8	44,4	57,0	81,6	170,8	140,0	57,8	49,4	23,8	214,0	5,2	47,0	1035,8	101
1989	6,0	77,6	43,6	291,0	57,2	145,9	209,6	73,2	131,0	9,2	48,6	21,4	1114,3	109
medie	69,8	68,2	86,6	93,5	119,1	120,3	104,2	128,8	92,3	117,3	109,2	68,0	1177,2	116

Il regime delle precipitazioni medie annue relativo alla suddetta stazione sembrano evidenziare i caratteri di un clima di transizione tra quello alpino e quello continentale o sublitoraneo padano, contraddistinto da un minimo principale di piovosità in inverno ed un massimo principale nel periodo tardo primaverile.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

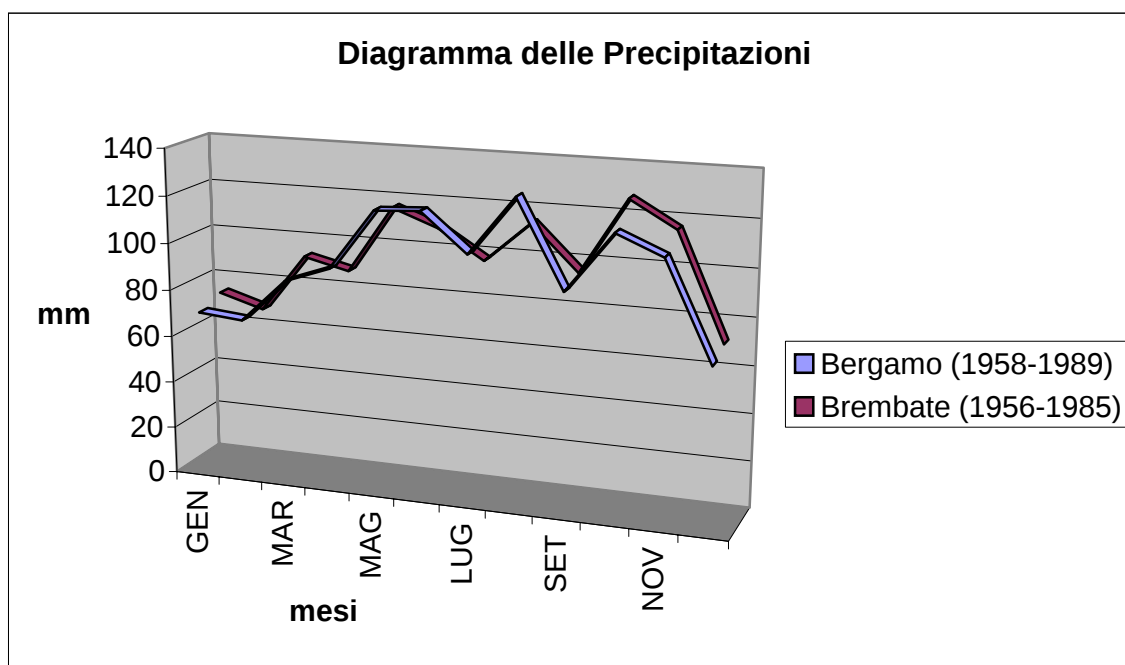
Nella successiva tabella, si riportano i dati relativi alle precipitazioni medie mensili e annua totale registrati presso la stazione pluviometrica di Brembate nel periodo compreso tra il gennaio 1956 e il dicembre 1985.

Brembate

	Periodo	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
mm	1956-85	73,8	68,1	92,7	88,1	116,5	109,3	97,2	114,3	95,6	127,0	116,0	71,5	1167

Anche in questo caso, l'andamento delle precipitazioni presenta un minimo nel periodo invernale tra dicembre e febbraio (71,5-68,1 mm), e tre massimi registrati rispettivamente nel mese di maggio (116,5 mm), in quello di agosto (114,3 mm) e nell'intervallo ottobre-novembre (127-116 mm).

Facendo riferimento ad un periodo più lungo di quello sopra riportato, corrispondente alle misure eseguite in 85 anni (tra il 1890 e il 1981), il valore dell'apporto medio annuo delle precipitazioni risulta di 1078,2 mm, con minimo annuo di 637,0 mm e massimo di 1936,5 mm.



COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Di seguito verranno invece commentati i dati pluviometrici relativi alla zona di Treviglio, disponibili per il periodo 1941-1973 e per il decennio 1984-1993.

Treviglio:

I dati esposti nella tabella corrispondono alle medie delle misure mensili eseguite in 27 anni (e alla corrispondente precipitazione media annua), registrati nella stazione pluviometrica del S.I.I. n. 1005, collocata ad una quota di 126 m slm. Nei mesi di gennaio e febbraio sono stati misurati i valori minimi delle precipitazioni, mentre rispettivamente nei mesi primaverili e in quelli di ottobre-novembre si hanno i maggiori apporti pluviometrici.

Treviglio SII

	Periodo	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
mm	1941-73	54,1	57,1	81,1	94,1	108,8	97,5	88,7	89,2	88,5	97,7	97,1	62,6	1016,5

Vengono inoltre presi in considerazione i dati pluviometrici rilevati nel decennio 1984-1993 presso l'Istituto Tecnico Agrario "G. Cantoni" di Treviglio.

La curva idrografica delle precipitazioni presenta due massimi rispettivamente nel mese di aprile (105 mm) e di ottobre (111 mm) e minimi in febbraio, dicembre e agosto.

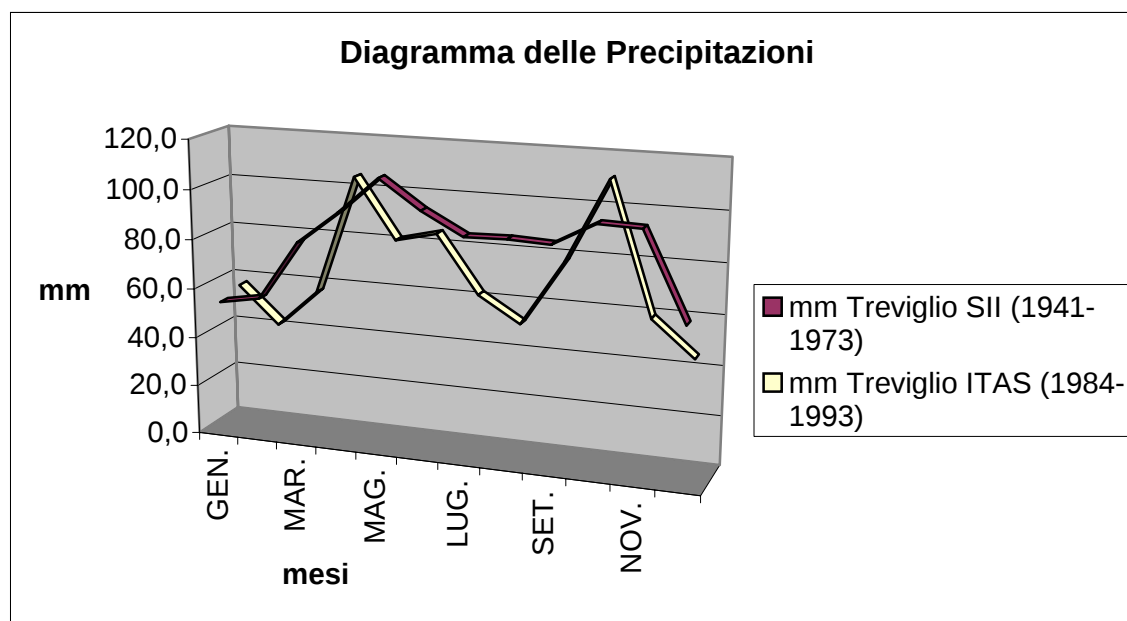
Treviglio ITAS

	Periodo	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
mm	1984-93	57	42	57	105	81	85	62	52	78	111	59	45	834

Questi ultimi dati, seppure dotati di bassa rappresentatività statistica conservano una certa importanza pratica locale e potrebbero indicare una tendenza climatica alla continentalizzazione.

Il periodo estivo, da giugno a settembre si presenta potenzialmente deficitario per l'umidità del suolo e, nel contesto provinciale, viene confermata la minore piovosità della bassa pianura rispetto alla fascia pedemontana, dove la piovosità media annua è intorno ai 1200 mm/anno.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO



In base ai dati della stazione pluviometrica di Bergamo, l'ammontare delle precipitazioni massime nell'ambito giornaliero, relativo a un tempo di ritorno di 50 anni, risulta il seguente:

Durata della pioggia	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
Altezza di pioggia critica (mm)	67	87	105	115	143

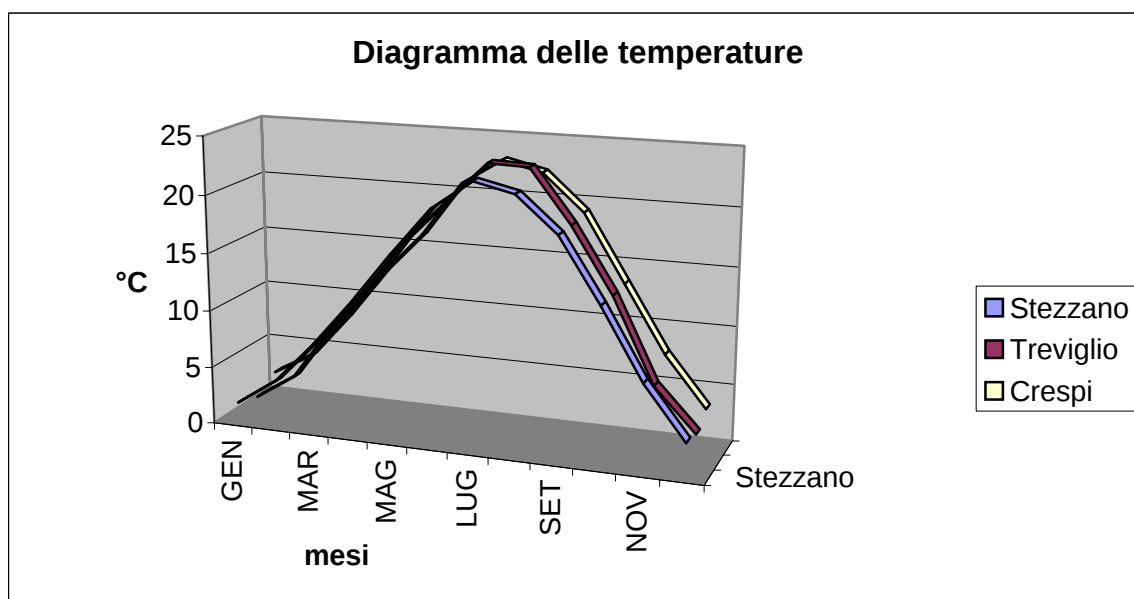
Per quanto concerne le temperature, i dati termometrici rilevati presso la sezione dell'Istituto Sperimentale di Cerealicoltura di Stezzano si riferiscono al trentennio 1958-1987 e sono pertanto significativi da un punto di vista statistico. Essi indicano una temperatura media annua di circa 12,3° C; la media del mese di gennaio risulta paria a 1,7° C e quella del mese di luglio è di 22,6° C, con escursione termica media annua che è prossima ai 21 °C.

Nella seguente tabella sono sintetizzati i valori termici salienti relativi ai mesi dell'anno espressi in gradi centigradi; vengono inoltre riportati anche i valori della temperatura media mensile e annua registrati presso la stazione di Crespi d'Adda e Treviglio (ITAS), che risultano confrontabili con quelli di Stezzano, come evidenziato anche dal sottostante diagramma delle temperature.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Stazione	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Stezzano ¹	1,7	4,0	7,6	11,6	16,0	20,1	22,6	21,8	18,8	13,4	7,4	2,9	12,3
Treviglio ²	1,1	3,3	8,0	11,8	16,5	20,0	23,4	23,3	18,8	13,3	6,1	2,4	12,3
Crespi	2,3	4,2	8,1	12,5	16,1	20,8	23,0	22,2	19,1	13,4	7,7	3,4	12,7

Per quanto riguarda le temperature, il mese più freddo risulta gennaio, mentre quello più caldo è luglio. Questi dati confermano la continentalità dell'area ma anche la posizione di transizione climatica occupata. L'escursione termica difatti caratterizza il clima continentale della Pianura Padana con valori generalmente più alti (superiori ai 23°C); nella regione alpina invece essa è progressivamente calante con il crescere dell'altitudine.



Le temperature medie mensili superiori alla media annua si registrano nel periodo maggio-ottobre, mentre i mesi di aprile ed ottobre sono quelli in cui la temperatura si avvicina maggiormente a quella media annua.

¹ Dati riferiti al periodo 1958-1987

² Dati riferiti al periodo 1984-1993 (ITAS)

Le maggiori deviazioni rispetto alla media annua si registrano invece nei mesi di luglio e gennaio.

In considerazione della posizione geografica del Comune di Ciserano si ritiene che le caratteristiche climatiche del territorio comunale si avvicinino maggiormente a quelli dell'area di Treviglio che a quelli dell'area di Bergamo.

Alla luce dei dati pluviometrici e termometrici riportati, si può pertanto classificare il clima del territorio del Comune di Ciserano come "Tipicamente Temperato" continentale, caratteristico della Pianura Padana, con lievi tendenze a caratteri di transizione con il clima alpino.

Il clima temperato continentale è caratterizzato prevalentemente da condizioni di alta pressione (anticicloni) che contraddistinguono i periodi invernali ed estivi, determinando due stagioni ben differenziate: estati calde con alto tasso di umidità e inverni rigidi con frequente presenza di nebbia.

Durante l'inverno, quando si stabilizza l'anticiclone continentale, si hanno giorni di freddo intenso con assenza quasi totale del vento e conseguentemente può manifestarsi la presenza di nebbia. Occasionali influenze da parte dell'anticiclone atlantico, fanno sì che si instaurino periodi con condizioni termiche più miti.

Il regime udometrico è di tipo sublitoraneo padano, con due massimi generalmente nei mesi di maggio e di ottobre-novembre, e due minimi uno nel mese di gennaio e l'altro, meno accentuato, durante i mesi estivi. L'apporto medio di pioggia si attesta intorno a valori annui di circa 1000 mm.

I periodi primaverili ed autunnali sono invece contraddistinti da condizioni climatiche instabili dovute alla presenza di aree di bassa pressione (o cicloniche) prevalentemente di natura atlantica e quindi particolarmente abbondanti di precipitazioni meteorologiche anche di notevole durata e intensità.

I periodi di minima precipitazione si registrano in inverno e in estate: quello invernale, costante e più marcato, è caratteristico di tutta la regione padano-alpina; quello estivo è variabile in funzione dell'orografia, difatti nella pianura è

più pronunciato mentre avvicinandosi ai rilievi e su di essi tende a scomparire per effetto dell'elevata attività temporalesca.

Di seguito si riportano altri dati meteorologici, considerati anch'essi rilevanti ai fini del presente studio; essi sono stati registrati presso la stazione di Stezzano dell'Istituto Sperimentale di Cerealicoltura durante il trentennio 1958-1987.

Evapotraspirazione potenziale	734,3 mm/anno
Diff. evatrasp. pot. e precipitazioni medie	448,7 mm/anno
Evapotraspirazione reale	725,7 mm/anno
Eccedenza idrica	457,3 mm/anno

4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

4.1 *Inquadramento geologico*

L'assetto geologico di gran parte della Pianura Padana è rappresentato dalla sovrapposizione di una coltre di sedimenti depositatasi in ambiente continentale che raggiunge nella zona assiale anche 200-300 metri di spessore e che poggia su di un substrato marino piegato e fagliato.

L'evoluzione geologica pliocenico-quadernaria del bacino padano può essere schematizzata in tre diverse fasi che si succedettero nei seguenti intervalli temporali: Pliocene superiore-Pleistocene inferiore, Pleistocene e Olocene.

Dal Pliocene superiore al Pleistocene inferiore si verificò una fase di regressione marina coincidente con il sollevamento della pianura che iniziò nel Piemonte occidentale già a partire dal Pliocene superiore e si estese gradualmente in direzione orientale. Tale evento portò all'emersione di un'area che era delimitata verso est grossomodo da una linea congiungente il Bresciano con il Pavese occidentale. Nella restante parte di pianura si ebbero temporanee emersioni durante le glaciazioni ma la sedimentazione sostanzialmente avvenne in ambiente marino fino ad epoca recente in quanto il sollevamento fu meno accentuato rispetto al settore occidentale.

Le caratteristiche litologiche e tessiturali dei depositi del Villafranchiano comprendenti limi, sabbie fini e argille con frequenti torbe e bancate grossolane oppure estesi livelli di sabbie, testimoniano che nel settore occidentale della Pianura Padana la sedimentazione avvenne in ambienti continentali, comprendenti pianure alluvionali, bacini lacustri, delta fluviali e pianure costiere.

L'unità villafranchiana è stata quindi sottoposta ad un marcato sollevamento ed è stata parzialmente erosa e profondamente incisa. La superficie erosionale è stata successivamente ricoperta dai sedimenti fluvioglaciali e alluvionali del Pleistocene superiore e dell'Olocene attualmente affioranti nella Pianura Padana.

Il Pleistocene fu caratterizzato da intense variazioni climatiche legate al verificarsi delle glaciazioni, che comportarono l'alternarsi di processi di deposizione e di erosione. In questa seconda fase, durante gli episodi glaciali del Mindel, del Riss e del Wurm si depositò una vasta coltre di sedimenti fluvioglaciali, mentre i sedimenti alluvionali risultano associati alla presenza di ghiacciai in fase di ritiro. In concomitanza alla presenza di ghiacciai in espansione, i corsi d'acqua svolgevano prevalentemente un'azione di trasporto e deposizione dei materiali originati dalla progressiva disgregazione della catena alpina e (più a sud) appenninica, mentre nelle epoche post-glaciali i fiumi approfondivano ed ampliavano il loro corso erodendo in parte i sedimenti precedentemente depositi.

In corrispondenza del limite raggiunto dai ghiacciai nelle diverse epoche, le morene frontali ricoprirono i depositi fluvioglaciali e affiorano tuttora estesamente verso i margini pedemontani della pianura.

Nell'area in esame e più in generale nella media e alta pianura occidentale, la granulometria dei sedimenti fluvioglaciali è generalmente grossolana o molto grossolana, mentre in prossimità dell'asse della pianura, coincidente con il fondovalle del Po, tali depositi sono costituiti prevalentemente da sabbie e limi con rare lenti di ghiaia.

L'ultima fase evolutiva della Pianura Padana coincide con il sollevamento e la progressiva emersione del settore orientale e con la deposizione dei sedimenti alluvionali olocenici, costituiti prevalentemente da sabbie, ghiaie e limi con lenti argillose. L'alternanza di episodi di piena e di magra dei corsi d'acqua ha comportato il succedersi di fasi di deposito e di erosione; queste ultime, unitamente a fenomeni di divagazione fluviale, hanno determinato la presenza di numerose discontinuità stratigrafiche sia verticali che laterali nei sedimenti alluvionali.

4.2 Caratteristiche litologiche

Dal punto di vista geologico, la zona è interamente costituita da depositi di origine continentale (fluvioglaciali o fluviali), ascrivibili al quaternario.

I terreni in esame appartengono al "Livello Fondamentale della Pianura" (L.F.d.P.), di natura prevalentemente granulare e morfologicamente omogeneo. Il L.F.d.P. è costituito dall'aggregazione di grandi conoidi fluvioglaciali pedalpini legati all'ultima espansione glaciale (Würm), in corrispondenza degli sbocchi vallivi (nella zona in esame Valle Brembana e Valle Seriana).

Il tracciamento delle curve ipsometriche della pianura bergamasca ha permesso la ricostruzione, con buona approssimazione, dei singoli corpi di aggradazione e le loro relative interdigitazioni. Le informazioni tratte dalla carta altimetrica sono poi confermate dalle tracce di paleoidrografia che mostrano un andamento concordante con le linee di massima pendenza dei conoidi.

I terreni del L.F.d.P. comprendono genericamente alluvioni ghiaioso-sabbiose poligeniche con intercalazioni di lenti a granulometria più fine; localmente sono presenti livelli cementati.

La composizione petrografica è dominata dai carbonati (calcari e dolomie delle successioni mesozoiche), subordinate sono le rocce sedimentarie terrigene, sia a cemento carbonatico (formazioni cretache) che siliceo (Verrucano e Servino), e le rocce ignee/metamorfiche.

Le litologie affioranti nel territorio comunale sono in particolare rappresentate da sedimenti fluvioglaciali connessi all'azione di deposito dell'antico fiume Brembo e alla formazione di un cono di deiezione durante il Wurm, successivamente interessati dagli eventi che hanno contrassegnato le fasi di ritiro glaciale.

A ovest del territorio di Ciserano si rileva la presenza dei terrazzi fluviali prevalentemente olocenici del Brembo e verso sud dell'Adda, che separano l'attuale piana alluvionale nella quale sono ubicati gli alvei dei due fiumi dal

restante territorio appartenente al ripiano fluvioglaciale o Livello Fondamentale della Pianura. Quest'ultimo risulta pertanto troncato da una serie di scarpate di altezza plurimetrica, generate dall'incisione postglaciale dei due corsi d'acqua.

A breve distanza dal territorio comunale, ad est del torrente Morla affiorano invece i litotipi attribuibili al conoide costruito dal fiume Serio. I sedimenti fluviali olocenici del torrente Morla ricoprono quindi i depositi precedenti.

Nel settore orientale del territorio di Ciserano e più in generale tra Osio Sotto e Arcene è presente, senza alcuna evidenza morfologica ma individuabile anche per l'assenza di scheletro nei suoli, una fascia a granulometria limosa, decorrente in senso meridiano; essa è probabilmente costituita da depositi eolici definibili come loess, che giacciono su una superficie erosionale intagliata in ghiaie fluvioglaciali pre-wurmiane.

La posizione di Ciserano si colloca inoltre in prossimità del passaggio tra l'alta e la bassa pianura, in una zona in cui avviene la transizione tra terreni mediamente grossolani e terreni mediamente più fini. La particolare posizione del Comune è sottolineata dalla presenza, nel settore orientale del territorio comunale, di un fontanile, che a seguito dell'emungimento della falda non è più attivo ma che rappresentava un punto di emergenza della falda idrica sotterranea a causa della presenza nel sottosuolo di livelli argillosi impermeabili.

Dal punto di vista stratigrafico, i depositi quaternari fluviali e fluvioglaciali ricoprono il substrato lapideo di origine marina che costituisce la struttura delle colline site più a nord.

Le litologie affioranti nel territorio di Ciserano sono cartografate sulla Carta Geologica della Provincia di Bergamo in scala 1:50.000 e sono rappresentate da depositi fluviali e fluvioglaciali di età pleistocenica. Nell'intorno del territorio comunale, i depositi affioranti, seppur in taluni casi di differente origine, sono continentali e del periodo quaternario.

I depositi continentali mostrano una elevata variabilità interna di facies legata ai caratteri episodici, anche con lunghi intervalli temporali, della

sedimentazione. Pur presentando caratteristiche granulometriche simili tra loro i depositi sono stati raggruppati in unità geologiche, per una migliore ricostruzione della storia geologica dell'area.

I limiti di tali unità geologiche, più correttamente definibili come unità lito- e allostratigrafiche dei depositi superficiali, sono delineati da superfici di discontinuità rappresentate da lacune stratigrafiche (per erosione o mancata sedimentazione) di estensione cronologica e areale significativa.

La distinzione delle unità geologiche si basa anche sull'utilizzazione sistematica dei suoli come elemento caratterizzante della superficie limite superiore dei corpi geologici, associata all'individuazione delle eventuali discontinuità morfologiche presenti in superficie. L'utilizzo degli elementi geopedologici e geomorfologici per la distinzione delle unità è integrato da dati petrografici che permettono, oltre al riconoscimento del bacino di alimentazione dell'evento alluvionale, di estendere fino ad aree molto distanti dallo sbocco delle incisioni vallive le unità provenienti da bacini con alimentazione sufficientemente differenziata.

L'indagine bibliografica è stata integrata con dati provenienti da stratigrafie di pozzi per acqua oppure ottenute da scavi di fondazione e da sezioni stratigrafiche affioranti in corrispondenza di scarpate naturali o artificiali. Valutata quindi l'attendibilità dei dati raccolti è stato possibile ricostruire la successione stratigrafica presente nel territorio comunale di Ciserano e nel suo intorno. La distribuzione areale delle unità litologiche di seguito descritte è stata rappresentata sulla Carta Geologica fornita in allegato.

La successione stratigrafica rappresentata in tale carta viene riportata nella pagina che segue, partendo dalle unità più giovani fino alle unità più antiche che si rinvenivano nel territorio comunale e nelle aree limitrofe ad esso.

Unità Postglaciale (*Pleistocene superiore – Olocene*)

Depositi fluviali costituiti da ghiaie a supporto clastico, in prevalenti strati planari; sabbie e limi da massivi a laminati con intercalazioni di argille.

Depositi fluviali costituiti da ghiaie a supporto clastico, in prevalenti strati planari; sabbie e limi da massivi a laminati con intercalazioni di argille. Limite superiore caratterizzato da inceptisuoli rubefatti o da alfisuoli poco espressi.

BACINO DEL BREMBO

Unità di Treviglio (*Pleistocene superiore*)

Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto clastico con ciottoli arrotondati e limi e sabbie di "overbank", da massivi a laminati. Superficie limite superiore caratterizzata da alfisuoli con spessore massimo osservato di 1,6 metri. Copertura loessica assente.

Unità di Brembate (*Pleistocene medio*)

Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto sia clastico che di matrice, con ciottoli arrotondati. Superficie limite superiore caratterizzata da alfisuoli con spessori maggiori di 5 metri. Coperture loessica sempre presente.

BACINO DEL SERIO

Unità di Torre Boldone (*Pleistocene medio*)

Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto di matrice argillosa con ciottoli arrotondati. Superficie limite superiore caratterizzata da alfisuoli con spessori anche superiori ai 3 metri. Coperture loessica sempre presente.

A tali unità si aggiunge la seguente, individuata spesso, come evidenziato dalle stratigrafie riportate in allegato, nel corso delle perforazioni che hanno interessato il territorio comunale.

Ceppo del Brembo (Pleistocene inferiore)

Depositi fluviali costituiti da conglomerati grossolani a supporto clastico con ciottoli arrotondati e matrice arenacea. Intercalazioni di limi. Forte cementazione.

Le uniche unità osservabili superficialmente nel territorio di Ciserano sono l'Unità di Treviglio e l'Unità di Brembate. Il limite tra le due unità è rappresentato da un passaggio graduale tra litologie che in profondità presentano caratteri abbastanza simili.

Al di fuori del territorio comunale, a est del corso del torrente Morla, in particolare nella zona a monte della strada che da Arcene conduce a Pognano, sono presenti i depositi fluvioglaciali appartenenti al Bacino e al cono di deiezione del Serio, identificati dall'Unità di Torre Boldone.

L'Unità Postglaciale è riconoscibile in corrispondenza del torrente Morla e dei terrazzi fluviali del Brembo. In quest'ultimo caso, i depositi alluvionali di età postglaciale cartografati sono caratterizzati dalla presenza di inceptisuoli rubefatti o di alfisuoli poco espressi.

L'unità lito-allostratigrafica che affiora più diffusamente nel territorio comunale è l'Unità di Treviglio, che rientra tra i depositi del Bacino del Brembo. Tale unità veniva identificata dagli autori precedenti come "Anaglaciale Riss II Livello Fondamentale della Pianura", oppure "Fluvioglaciale Rissiano-Wurmiano" o ancora "Diluviale recente". Su di essa è situata l'area urbanizzata con il centro storico, il nucleo industriale facente parte di Zingonia e l'ambito estrattivo ATEg18.

Unità di Treviglio (Pleistocene superiore)

L'Unità di Treviglio è costituita da depositi alluvionali formati da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, con ciottoli di dimensioni medie comprese tra i 2 e i 10 cm e locale presenza di blocchi fino a

45 cm di diametro. La stratificazione è grossolana e localmente alcuni livelli metrici di ghiaia risultano debolmente cementati.

La forma dei clasti è arrotondata e discoidale e la loro composizione petrografica è dominata dalle rocce carbonatiche, mentre sono presenti in minor misura rocce sedimentarie terrigene e rocce endogeno-metamorfiche.

Soprattutto nel settore meridionale dell'unità sono frequenti ghiaie sabbiose stratificate a supporto di matrice, ghiaie passanti a limi con gradazione diretta, e sabbie organizzate in strati e lenti. Sono inoltre talora presenti livelli decimetrici di limi da massivi a laminati.

Il tipo pedologico che delimita superiormente l'Unità di Treviglio è un alfisuolo con spessori massimi di 160 cm. Talvolta tali suoli sono troncati da limi a loro volta interessati da pedogenizzazione.

L'Unità di Treviglio affiora lungo i fiumi Brembo e Adda, da Almenno fino a Brembate Sotto e a Misano. Forma quindi una fascia con larghezza massima di 4,5 chilometri sviluppata prevalentemente in riva sinistra del Brembo e limitata, lungo la sua incisione, da scarpate con dislivelli anche di più di dieci metri. Nell'unità sono anche compresi i più alti sistemi di terrazzi distribuiti lungo l'incisione fluviale di Brembo e Adda.

In Comune di Ciserano, l'Unità di Treviglio affiora in corrispondenza di quasi tutto il territorio comunale, ad eccezione di una ristretta fascia allungata in direzione NNE-SSO limitrofa al torrente Morla, nel settore orientale.

Essa rappresenta il conoide edificato dalle alluvioni brembane connesse alla glaciazione wurmiana e ad eventi successivi che contrassegnano le fasi di ritiro glaciale. L'unità rientra all'interno del Complesso del Brembo che riunisce

Inferiormente l'Unità di Treviglio poggia in discordanza sui sedimenti continentali del Ceppo del Brembo e, al di fuori del territorio comunale, su quelli dell'Unità di Carvico, dell'Unità di Brembate, e del Conglomerato della Madonna del Castello. Superiormente è saturata, specialmente al suo limite meridionale, dai depositi fluviali dell'Unità Postglaciale Olocenica.

Nella porzione orientale del territorio comunale affiora l'Unità di Brembate, appartenente anch'essa al Bacino del Brembo.

Unità di Brembate (Pleistocene medio)

Include depositi fluvioglaciali e alluvionali. La superficie limite superiore comprende suoli di spessore massimo che sono superiori anche a 5 m. La copertura loessica è sempre presente.

L'Unità di Brembate si rinviene a partire dallo sbocco della Val Brembana, in sponda destra del fiume Brembo fino all'altezza di Ponte S. Pietro mentre, in sponda sinistra, prosegue allontanandosi progressivamente dal corso del fiume Brembo e successivamente del fiume Adda fino ad Arcene.

Ad est del Brembo, essa si espande ed assume una forma grossolanamente triangolare risultando delimitata, nella sua parte occidentale, da un orlo di terrazzo che all'altezza di Treviolo inizia gradualmente a scomparire, mentre i suoi depositi si spingono per molti chilometri ancora verso sud sul livello della pianura, senza più alcuna evidenza morfologica.

L'Unità di Brembate testimonia una fase di aggradazione della pianura dovuta all'edificazione di una piana fluvioglaciale legata ad un'espansione plurifasica dei ghiacciai brembani nel tardo Pleistocene Medio.

Litologicamente l'unità è composta da depositi fluvioglaciali con ghiaie a prevalente supporto clastico e matrice limoso-argillosa. I ciottoli, aventi diametro medio pari a dieci centimetri, sono arrotondati con forme da discoidali a ellissoidali. Si osservano accenni di stratificazione sub-orizzontale. La superficie superiore delle ghiaie, fortemente ondulata a scala metrica è suturata da limi argillosi massivi con spessori plurimetrici. L'origine di tali limi (come sottolineato da Cremaschi 1987) è eolica mentre, la presenza di ciottoli e clasti diffusi, o in sezioni prossime a versanti, è indice di processi di risedimentazione che hanno interessato in più occasioni questi sedimenti.

Nelle ghiaie i caratteri pedologici sono fortemente omogenei, con profondità massima del suolo di 5,5 metri, presenza di matrice limoso-argillosa e alterazione debole.

I limi, a testimonianza della loro diversa origine ed età, evidenziano una maggior differenziazione pedologica con presenza di orizzonti sia cambici che argillitici e, raramente, con caratteri di fragipan. In questo caso la pietrosità superficiale risulta molto bassa.

A differenza dell'Unità di Treviglio, nell'Unità di Brembate la copertura loessica è sempre presente. Il termine loess indica depositi di minute particelle, di natura prevalentemente limosa, di colore giallastro o bruno-giallastro, asportate da superfici desertiche e depositate sulle regioni circostanti nel momento in cui le correnti atmosferiche perdevano la loro velocità. In molte regioni, durante i periodi interglaciali del Pleistocene, allorché le rocce rimaste scoperte per il ritiro dei ghiacciai subivano un'intensa disgregazione, si formavano enormi quantità di materiali minutissimi che dalla deflazione venivano spinti verso aree steppiche più o meno vicine; quando poi riprendevano a svilupparsi i ghiacciai e il clima ritornava più umido, il loess cessava di sedimentarsi e la vegetazione riprendeva nuovo vigore.

L'unità in esame presenta, allo sbocco della valle Brembana, un indice di terrazzi poco elevato e ricopre in discordanza il Conglomerato di Madonna del Castello e il Ceppo del Brembo.

L'Unità di Brembate viene a sua volta terrazzata dall'Unità di Treviglio. Ad est passa, con limite eteropico, all'Unità di Torre Boldone, mentre più a sud è coperta in continuità morfologica, dall'Unità di Comun Nuovo e dall'Unità Postglaciale Olocenica.

Le due unità summenzionate ricoprono i conglomerati del Ceppo del Brembo, che include depositi alluvionali con forte cementazione.

Ceppo del Brembo (Pleistocene inferiore)

Il Ceppo è costituito da conglomerati di origine fluviale a petrografia prealpina, in matrice sabbioso-limosa a cemento calcareo. Esso affiora lungo le incisioni dell'Adda e del Brembo: lungo il corso del Brembo è osservabile nel tratto Almenno-Ponte S. Pietro e nel tratto Filago-Brembate Sotto, mentre nella forra dell'Adda affiora con continuità tra Calusco e Brembate Sotto.

Le analisi petrografiche effettuate sul Ceppo del Brembo hanno evidenziato l'esistenza di due possibili sottogruppi nell'unità. Le due suddivisioni sono conseguenza della variazione di percentuale delle arenarie del Verrucano Lombardo e delle Vulcaniti del Collio. Il sottogruppo a più basso contenuto di queste litologie è affiorante lungo l'Adda fino all'altezza di Suisio e nelle parti più meridionali e orientali della formazione.

I due sottogruppi hanno una netta suddivisione delle aree di affioramento e questo fa sì che sia possibile associare un significato paleogeografico ad ognuna di queste aree. Il Ceppo del Brembo rappresenta l'espressione sedimentaria della fase di massima aggradazione plio-quadernaria in ambiente prealpino ed entrambi i suoi sottogruppi evidenziano un'affinità petrografica orobica con due differenti bacini di alimentazione.

I due sottogruppi rappresentavano due grandi conoidi. Il primo di questi, che interessava anche la zona di Ciserano, era alimentato direttamente dalla valle Brembana ed aveva estensione verso ovest fino ad un presunto limite Almenno-Mapello-Suisio, dove entrava in coalescenza eteropica con un altro conoide alimentato direttamente dalla Valsassina.

Litologicamente il Ceppo del Brembo è un'unità composta prevalentemente da conglomerati a prevalente supporto clastico e conglomerati arenacei al limite tra supporto clastico e di matrice, con ciottoli arrotondati e subarrotondati. Essa presenta caratteri estremamente grossolani nella parte più settentrionale fino a dimensioni massime di circa un metro, mentre nelle porzioni affioranti

più meridionali, come nel territorio di Ciserano, le dimensioni sono generalmente di due o tre centimetri.

Nelle parti basali, intercalate ai conglomerati, si rinvencono lenti siltose e siltoso-argillose con struttura laminata o massiva contenenti molluschi continentali.

Superiormente, nelle aree prossime al fiume Brembo, il Ceppo del Brembo non presenta dei suoli visibili in quanto troncati dalla deposizione di grossi spessori di depositi fluvioglaciali più recenti. Nella zona del fiume Adda, invece, si rinvencono suoli molto evoluti in cui le ghiaie pedogenizzate sono in contatto con il conglomerato tramite un limite estremamente irregolare ed articolato, con formazione di pinnacoli e pilastri conglomeratici di dimensioni metriche che penetrano nel soprastante suolo. Tale caratteristica fa ritenere i vari autori che hanno studiato il fenomeno che i processi pedogenetici si sono sviluppati a partire da un unico litosoma.

Il Ceppo del Brembo, data la vastità dell'area di affioramento, presenta relazioni stratigrafiche complesse con numerose unità.

In zona brembana esso ricopre in discordanza il Conglomerato di Madonna del Castello e la formazione di Tornago, che rappresenta l'unità inferiore più antica dell'area. Risulta a sua volta troncato e suturato dai depositi fluvioglaciali dell'Unità Postglaciale-Olocenica, dall'Unità di Treviglio, dall'Unità di Brembate e dalle propaggini più orientali dell'Unità di Carvico.

Tale unità non affiora nel territorio comunale di Ciserano, tuttavia è stata rinvenuta in profondità come testimoniato dalle descrizioni litologiche effettuate durante lo scavo di pozzi per acqua eseguiti nella zona.

5 GEOMORFOLOGIA

Il territorio comunale è contraddistinto da un andamento della superficie topografica che degrada in modo blando verso sud con una pendenza regolare dell'ordine del 6-7 per mille.

La morfologia di tale area, sebbene pianeggiante, è caratterizzata da lievi ondulazioni naturali della superficie topografica, rappresentate da dossi e depressioni, e da elementi morfologici di origine antropica consistenti prevalentemente in: aree soggette ad attività estrattive di cava, rilevati ed opere irrigue.

Alcune delle forme a debolissimo rilievo di dimensioni decametriche presenti a nord del territorio comunale, sono considerate come tracce diffuse di corsi d'acqua a canali intrecciati connesse geneticamente alla piana dalla quale si elevano e sono identificabili come paleoalvei.

Per quanto riguarda l'attività di cava, a circa 1 km a sud dell'abitato di Ciserano si trova l'ambito estrattivo che nel Piano Cave della Provincia di Bergamo viene identificato dalla sigla ATEg18. Il sito estrattivo è destinato alla produzione di sabbia e ghiaia e interessa, oltre al Comune di Ciserano anche i Comuni di Arcene e Pontirolo Nuovo.

La quota altimetrica media dell'area circostante la cava è di circa 156 m slm, è subpianeggiante, blandamente degradante verso sud e priva di elementi di rilievo. In corrispondenza dell'ambito estrattivo, localizzato nell'estremità meridionale del territorio comunale, la topografia naturale è stata profondamente modificata dall'attività di cava. La cava è difatti di grandi dimensioni e penetra al disotto del livello della falda freatica, la quale forma uno specchio d'acqua sul fondo della cava stessa, a quasi 20 metri dal livello della pianura attigua. La profondità massima di escavazione in acqua è di 50 m dal piano campagna e, nella zona di espansione dell'ambito estrattivo, nel settore orientale, è di 10 m dal p.c., in asciutto.

Nel settore occidentale del territorio di Ciserano era presente in passato un'altra cava di sabbia e ghiaia, limitrofa alla Strada Provinciale Francesca; la

depressione creata dagli scavi è stata successivamente utilizzata quale area della vecchia discarica di Ciserano, dando luogo alla formazione di un accumulo sovrelevato fino a 3 m circa rispetto alla pianura circostante.

In un contesto più ampio, evidenziato anche nella Carta geomorfologica fornita in allegato, la pianura è inoltre interrotta in corrispondenza dei corsi d'acqua principali, che hanno eroso i depositi fluvioglaciali formando terrazzi più recenti ed a quote inferiori rispetto al livello della pianura, come nel caso dei fiumi Adda e Brembo e in minor misura del torrente Morla.

Le caratteristiche geomorfologiche di questa zona rispecchiano la varietà morfologica legata ai processi fluviali e fluvioglaciali che hanno modellato la superficie dell'Alta Pianura Bergamasca. Infatti le acque di fusione delle lingue glaciali terminali, che durante le passate glaciazioni si spingevano fino in pianura, generavano un reticolato idrografico anastomizzato con abbondanti portate liquide e solide durante il periodo estivo; il risultato del processo sommariamente descritto è stato il deposito di ingenti quantitativi di materiale incoerente su vaste aree.

Il territorio è suddivisibile in due settori a quote altimetricamente differenti. Il primo, in cui ricade l'intera superficie comunale, occupa la parte centrale della Carta geomorfologica ed è pianeggiante, con una debole pendenza dell'ordine dello 0,7 % verso sud e quote che variano tra 167 e 154 m slm. Il settore occidentale comprende invece la fascia, solo parzialmente cartografata, tra la scarpata del terrazzo più esterno e l'alveo del Brembo (e più a sud dell'Adda). Il ciglio di tale scarpata risulta rialzato di circa 20 metri rispetto all'attuale alveo del fiume.

L'assetto morfologico è dunque caratterizzato da un esteso ripiano fluvioglaciale (sul quale sorge Ciserano) generalmente pianeggiante, interrotto verso ovest da una serie di marcati terrazzamenti degradanti verso il fiume Brembo, separati tra loro da scarpate di altezza massima pari a 8 metri circa. L'uniformità del paesaggio è inoltre interrotta verso est dal solco vallivo ad andamento meandriforme legato all'erosione del torrente Morla. Anche lungo

tale impluvio in alcuni tratti è possibile osservare piccoli terrazzamenti di origine fluviale e incisioni piuttosto marcate.

Le fasi morfologiche più significative che hanno portato alla formazione della porzione di pianura sulla quale si sviluppa Ciserano si sono succedute a partire dal periodo precedente il massimo glaciale würmiano (Pleistocene Superiore). Nel Pleistocene si verificarono condizioni di erosione che provocarono incisioni delle valli fluviali simili a quelle attuali, formazione di superfici relitte in pianura, e ripresa sui lembi relitti dell'azione pedogenetica (si parla spesso di suoli policiclici per i terrazzi pedalpini). Successivamente, con l'instaurarsi di condizioni glaciali, si ebbe una forte fase di aggradazione (sedimentazione di materiale terrigeno sui versanti e nelle depressioni vallive) che perdurò anche nella fase di deglaciazione, con la formazione dell'attuale "Livello Fondamentale della Pianura".

Il successivo periodo olocenico vide quindi la comparsa di condizioni erosive (durante le quali il Brembo ha inciso le ripide scarpate di Paladina e Brembate), la formazione di nuove valli incise e la forte riduzione della portata dei corsi d'acqua che condussero alla formazione delle valli attuali. La fase erosiva si interruppe probabilmente nell'Olocene Inferiore, quando la morfologia assunse un nuovo equilibrio, che probabilmente si è mantenuto senza grandi variazioni, fino ai giorni nostri.

La riduzione di portata dei corsi d'acqua durante l'Olocene (a nord del Po) è testimoniata dalla presenza di tracce di paleoidrografia sovradimensionata rispetto all'attuale, con portate stimate in venti volte rispetto alle attuali.

In uno di questi cicli di aggradazione/erosione si è formato il terrazzo fluvioglaciale su cui si sviluppa il comune di Ciserano.

L'alternanza di periodi glaciali ed interglaciali succedutisi durante il Quaternario ed il costante sollevamento post-orogenico della catena alpina (ivi compresa la Pianura Padana), ha fatto sì che i lembi dei terrazzi più antichi con i rispettivi suoli fossero risparmiati dall'erosione e si conservassero ad altimetrie superiori rispetto a quelli più recenti.

Il "Livello Fondamentale della Pianura" rappresenta in particolare l'evidenza morfologica delle grandi conoidi pedealpine (tra cui figura quella del Brembo). Il riconoscimento è stato effettuato a grande scala con la ricostruzione dell'andamento delle curve ipsometriche che hanno permesso di delimitare le conoidi e le loro relative interdigitazioni. Sulla superficie di tali macro-strutture morfologiche è riscontrabile la presenza di una idrografia abbandonata sia di tipo braided (corsi d'acqua a canali multipli intrecciati a basso indice di sinuosità), sia di tipo meandriforme, evidente soprattutto nelle porzioni distali più pianeggianti del Livello Fondamentale della Pianura. Il torrente Morla è invece responsabile della probabile sovrapposizione di sedimenti recenti sui terreni pre-wurmiani.

Nel territorio comunale sono state individuate diverse forme, classificate in funzione dell'agente geomorfologico che le ha generate, che vengono trattate qui di seguito.

Forme dovute all'azione fluviale

Le forme dovute alle acque superficiali sono arealmente estese appena al di fuori del territorio comunale.

Ad ovest di Ciserano, sono stati individuati diversi sistemi di terrazzi direttamente collegabili con l'azione dei fiumi Adda e Brembo, mentre un ulteriore sistema, in alcuni tratti ravvisabile a est del territorio comunale, è legato all'azione del torrente Morla.

L'alveo del fiume Brembo con le relative aree marginali, presenta una limitata morfogenesi attiva e risulta incassato per una profondità media di 3-5 metri rispetto al terrazzo soprastante. L'originaria struttura a braided del fiume è stata parzialmente modificata dall'uomo che l'ha canalizzata con vari interventi di regimazione idraulica.

Le alluvioni recenti ed attuali sono tuttora sede di fenomeni morfogenetici attivi, dovuti essenzialmente alle esondazioni del Brembo e del torrente Morla. La presenza di numerose incisioni fossili indica l'andamento di paleoalvei attivi prima che i corsi d'acqua assumessero l'attuale decorso. Sulla superficie delle

alluvioni antiche terrazzate del Brembo, piccoli orli di terrazzo testimoniano anch'essi antiche vie di deflusso.

Localmente le scarpate del torrente Morla sono da considerare aree a morfogenesi attiva, tuttavia non sono state indicate negli elaborati cartografici in quanto non riguardanti direttamente il territorio di Ciserano. L'alveo del torrente risulta intubato e incanalato per un breve tratto in località Bolza Ponente, in Comune di Verdello.

Nella cartografia fornita in allegato (Carta geomorfologica e pedologica alla scala 1:5.000) sono state distinte le seguenti forme legate allo scorrimento delle acque superficiali:

- alveo del torrente Morla;
- orlo di scarpata di erosione del torrente Morla;
- orlo di scarpata di erosione fluviale (dei fiumi Brembo e Adda).

Forme dovute all'azione antropica

Altro aspetto morfologico fortemente attivo nel comune di Ciserano è l'intervento umano, inteso come azione diretta di modificazione ed alterazione del territorio. Infatti, oltre alla presenza di una forte urbanizzazione dell'area che ha comportato la modificazione della superficie con operazioni di scavo-riporto e/o sua copertura con costruzioni, vi è la presenza di numerose opere di regimazione delle acque superficiali, di insediamenti di attività estrattive sia attive che dismesse e di qualche deposito di materiali vari.

Le attività estrattive, come già accennato, sono attualmente localizzate in corrispondenza dei terreni fluvioglaciali nella porzione meridionale del territorio comunale e, nel territorio di Pontirolo Nuovo, sui terrazzi fluviali del Brembo. Le attività minerarie hanno portato a una modificazione del territorio con la creazione di profonde depressioni, in cui spesso affiora la falda freatica. L'ambito estrattivo che interessa direttamente il Comune di Ciserano è ubicato presso la località Ca d'Arcene. Immediatamente a sud dell'ATEg18, presso la località cascina Dazio del Comune di Arcene, è presente un'altra cava ormai

dismessa, successivamente adibita a discarica di materiali inerti e classificata dalla Regione Lombardia come sito inquinato.

Altre discariche presenti nell'intorno dell'area sono: la Logica e la Todeco di Pontirolo Nuovo, a sud del territorio comunale (non rappresentate nella cartografia in allegato), e la già citata area della vecchia discarica di Ciserano denominata Francesca.

Un altro elemento morfologico dovuto all'azione umana è rappresentato dal rilevato ferroviario, facente parte della linea Bergamo-Treviglio, presente nel settore orientale del territorio comunale. Esso è orientato in direzione NNE-SSO e risulta sopraelevato mediamente di 4-5 fino ad un massimo di circa 6 m rispetto alla pianura circostante.

Tra le forme antropiche evidenziate negli elaborati cartografici figurano:

- rilevato ferroviario;
- fontanile;
- cava attiva;
- rogge e canali;
- discarica / cava dismessa.

6 CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

I suoli dell'area di studio sono il risultato della pedogenesi che ha interessato i sedimenti pleistocenici e dell'Olocene recente ed attuale.

Facendo riferimento alla Carta dei suoli del Trevigliese prodotta dall'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo Lombardo, a seguito di un'opportuna verifica sul terreno è stata realizzata la Carta pedologica in scala 1:5.000 (che include anche gli elementi geomorfologici).

Sono state così individuate diverse unità cartografiche per la rappresentazione dei suoli, che nel presente capitolo vengono descritti e classificati secondo le indicazioni della Soil Taxonomy e della FAO. Nella legenda dell'elaborato cartografico, invece, le unità vengono identificate unicamente dalla sigla proposta dall'ERSAL.

Di seguito vengono illustrati i limiti tra le varie classi utilizzate per descrivere i suoli.

Classi utilizzate per la descrizione dei suoli		
PROFONDITÀ UTILE < 25 cm molto sottili 25-50 cm sottili 50-100 cm moder. profondi 100-150 cm profondi > 150 cm molto profondi	TESSITURA Grossolana S, SF Moderatamente grossolana FS Media FS molto fine, F, FL, L Moderatamente fine SA, FA, FLA Fine A, AS e AL	DRENAGGIO Rapido Moderatamente rapido Buono Mediocre Lento Molto lento Impedito
REAZIONE pH < 4,5 molto acidi pH 4,5-5,5 acidi pH 5,6-6,6 subacidi pH 6,7-7,3 neutri pH 7,4-8,2 subalcalini pH > 8,2 alcalini	CARBONATI TOTALI < 0,5 % non calcarei 0,5-5 % scarsamente calcarei 5-10 % moderatamente calcarei 10-20 % calcarei > 20 % molto calcarei	DIMENSIONE PIETRE SUPERFICIALI D max < 7,5 cm piccole D max 7,5-25 cm medie D max > 25 cm grandi

La Carta pedologica interessa l'intero territorio di Ciserano ed un suo intorno significativo. In quest'area sono state distinte le seguenti unità cartografiche identificate dalle sigle proposte dall'ERSAL: CCT1, RVR1, MNS1, LAL1, MAS2,

ROD1, CPN1, CNU1, MLZ1 e DER1. In aggiunta, sono state cartografate anche le aree urbanizzate (U) e le aree estrattive, contraddistinte con il riferimento R2.

Le unità CCT1, RVR1, MNS1, LAL1, MAS2, ROD1, CPN1 e CNU1 appartengono alla piana fluvio-glaciale e fluviale terrazzata ghiaioso-ciottolosa costituente il Livello Fondamentale della Pianura, ubicata a monte della fascia delle risorgive. Le restanti unità pedologiche rappresentano invece superfici di competenza fluviale.

Le unità CCT1, RVR1, MNS1, LAL1, e MAS2 sono aree pianeggianti modali fortemente urbanizzate e industrializzate.

L'unità CCT1 riconosciuta in una piccola zona nel settore nord-occidentale del territorio comunale, affiora più diffusamente nel comune di Boltiere.

L'unità RVR1 è presente in corrispondenza di un'ampia fascia orientata in direzione nord-sud, localizzata in posizione centrale; su di essa si sviluppa gran parte del centro abitato di Ciserano.

L'unità MNS1 è distribuita su gran parte del territorio comunale ed è difatti superficialmente la più estesa, in particolare nel settore occidentale, centro-occidentale e sud-orientale del territorio comunale, in corrispondenza di tre fasce di parecchie centinaia di metri di larghezza, orientate in direzione N-S. Nella zona di affioramento di tale unità si colloca l'ambito estrattivo ATEg18 e parte del centro abitato di Ciserano.

Queste prime tre unità pedologiche costituiscono aree ben drenate, a substrato ciottoloso-sabbioso calcareo, con presenza in superficie di pietrosità moderata o comune, piccola.

L'unità MAS2 è osservabile al limite orientale del territorio comunale, mentre l'unità LAL1, anche se ormai coperta dall'espansione dell'area urbanizzata, è individuabile in una zona del settore nord-occidentale del territorio comunale, e rappresenta i terreni più superficiali sui quali si è sviluppato l'abitato di Verdellino e parte dell'insediamento industriale di Zingonia.

Le unità LAL1 e MAS2 sono aree a substrati non calcarei prevalentemente limoso-argillosi, sovrastanti ghiaie; esse sono caratterizzate da drenaggio rallentato e sono prive di pietrosità superficiale.

L'unità CPN1 è presente in corrispondenza di due fasce di poche centinaia di metri di larghezza, nel settore occidentale del territorio comunale.

Al di fuori del territorio di Ciserano, verso ovest affiorano le unità CNU1, MLZ1 e DER1, mentre verso est l'unità ROD1.

L'unità ROD1 è localizzata in corrispondenza della depressione alluvionale originata dal torrente Morla, delimitata da orli di terrazzo o da superfici in lieve pendenza.

L'unità CNU1 individua un'area con pietrosità comune o media, a substrato ciottoloso-sabbioso, di transizione al fiume Adda, con morfologia poco ondulata e presenza di terrazzi che si raccordano alla superficie modale.

Le unità MLZ1 e DER1 fanno parte delle valli di pianura dei fiumi Brembo (a nord) e Adda (a sud), ovvero a superfici alluvionali terrazzate subpianeggianti modali, variamente ribassate rispetto al Livello Fondamentale della Pianura. La prima di tali unità, ribassata di 5-10 m rispetto al livello fondamentale, è costituita da depositi calcarei con pietrosità superficiale moderata o comune, piccola. L'unità DER1, invece, comprende aree ribassate mediamente di 10 m, che includono depositi ghiaioso-ciottolosi, di pertinenza del fiume Brembo, con pietrosità superficiale comune, piccola.

Nell'ambito dell'area indagata, le unità che fanno parte della porzione centrale del Livello Fondamentale della Pianura (CCT1, RVR1, CPN1 e infine MNS1) costituiscono il risultato della pedogenesi dell'Unità di Treviglio.

Le unità summenzionate, di cui si fornisce la descrizione pedologica, sono costituite da suoli che pur manifestando diversi gradi di differenziazione in orizzonti pedogenetici presentano alcuni caratteri comuni.

Unità CCT1 (*Calcic Rhodudalfs loamy-skeletal, mixed, mesic – Chromi-calcic Luvisols*):

Suoli non calcarei moderatamente profondi, limitati da substrato ciottoloso-sabbioso, con scheletro frequente, tessitura moderatamente fine, reazione subalcalina, drenaggio buono.

Unità RVR1 (*Calcic Rhodudalfs, fine-loamy, mixed, mesic – Chromi-calcic Luvisols*):

Suoli non calcarei moderatamente profondi limitati da substrato ciottoloso-sabbioso, con scheletro comune o frequente, tessitura media, reazione neutra, drenaggio buono.

Unità MNS1 (*Typic Hapludalfs loamy-skeletal, mixed, mesic – Calci-chromic Luvisols*):

Suoli non calcarei moderatamente profondi limitati da substrato ciottoloso-sabbioso, con scheletro frequente o abbondante, tessitura media, reazione neutra, drenaggio buono.

Unità LAL1 (*Typic Paleudalfs fine-silty, mixed, mesic – Haplic Nitisols*):

Suoli non calcarei profondi o molto profondi, privi di scheletro, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione neutra, drenaggio buono o mediocre.

Unità MAS2 (*Typic Hapludalfs fine-silty, mixed, mesic – Haplic Luvisols*):

Suoli non calcarei moderatamente profondi e localmente molto profondi limitati da substrato ciottoloso-sabbioso alterato, privi scheletro, tessitura media o moderatamente fine, reazione neutra, drenaggio buono, localmente mediocre.

Unità ROD1 (*Typic Hapludalfs coarse-loamy, mixed, mesic – Haplic Luvisols*):

Suoli moderatamente profondi, limitati da substrato ghiaioso-sabbioso, scheletro comune, tessitura media, reazione neutra, drenaggio mediocre, localmente buono.

Unità CPN1 (*Typic Eutrochrepts loamy-skeletal, mixed, mesic – Eutric Cambisols*):

Suoli scarsamente calcarei da sottili a moderatamente profondi limitati da substrato scheletrico, con scheletro frequente o abbondante, tessitura media o moderatamente grossolana, reazione subalcalina, drenaggio moderatamente rapido, localmente buono.

Unità CNU1 (*Typic Eutrochrepts loamy-skeletal, mixed, mesic – Calcari-chromic Cambisols*):

Suoli moderatamente calcarei e moderatamente profondi limitati da substrato ciottoloso-sabbioso, scheletro da comune a frequente, tessitura media, reazione neutra su alcalina, drenaggio buono.

Unità MLZ1 (*Typic Argiudolls coarse-loamy, mixed, mesic – Calci-luvic Kastanozms?*):

Suoli non calcarei moderatamente profondi, limitati da substrato ghiaioso-ciottoloso, scheletro frequente, tessitura media, reazione subalcalina, drenaggio buono.

Unità DER1 (*Typic Hapludalfs fine-loamy, mixed, mesic – Haplic e Chromic Luvisols*):

Suoli non calcarei moderatamente profondi limitati da substrato ghiaioso-ciottoloso, scheletro comune o frequente, tessitura media o moderatamente fine, reazione neutra o subalcalina, drenaggio buono, a volte mediocre.

Riassumendo le principali caratteristiche dei suoli affioranti sul territorio comunale, si osserva che appartengono tutti al terrazzo fluvioglaciale recente o Livello Fondamentale della Pianura e hanno profondità utile all'approfondimento radicale generalmente compreso tra 50 centimetri e 1 metro, tranne che per le unità LAL1 e MAS 2, nelle quali tale spessore supera 1,5 metri; nell'unità CPN1, inoltre, lo spessore può essere anche inferiore ai 50 cm.

La tessitura è di solito da media a moderatamente fine, anche se per l'unità CPN1 può altresì essere moderatamente grossolana.

Le unità LAL1 e MAS2 manifestano un drenaggio complessivamente mediocre, mentre per le rimanenti unità affioranti sul territorio di Ciserano il drenaggio risulta buono e, nel caso dell'unità CPN1, moderatamente rapido.

Il pH ha valori compresi tra 7,4 e 8,2 nelle unità CCT1 e CPN1, mentre le altre unità evidenziano una reazione neutra.

La saturazione è generalmente elevata in tutte le unità.

7 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Una prima valutazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni affioranti nel territorio comunale può essere desunta dall'analisi dei dati relativi al substrato immediatamente sottostante alle diverse unità pedologiche individuate nell'area in esame.

Le unità CCT1, RVR1 ed MNS1, costituite da suoli moderatamente profondi, rappresentano aree ben drenate a substrato ciottoloso-sabbioso calcareo, con presenza in superficie di pietrosità moderata o comune, piccola.

Le unità LAL1 e MAS2 ricoprono un substrato prevalentemente limoso-argilloso, non calcareo, che sovrasta depositi ghiaiosi. Tali aree, caratterizzate da suoli da moderatamente profondi a molto profondi, sono prive di pietrosità superficiale e localmente a drenaggio rallentato.

L'unità CPN1, costituita da suoli da sottili a moderatamente profondi, si configura come un'area a substrato scheletrico con pietrosità superficiale scarsa o piccola.

Per quanto riguarda le proprietà geologico-tecniche del sottosuolo anche in profondità, ossia delle unità lito-allostratigrafiche descritte nell'area, anzitutto bisogna osservare la marcata disomogeneità sia verticale che laterale dei depositi quaternari. Questi, sebbene includano per lo più materiali granulari, quindi con elevati angoli di resistenza al taglio e scarsa deformabilità, presentano frequentemente livelli limoso-argillosi, il cui spessore e la cui influenza a livello progettuale possono essere valutati solo mediante una caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica locale, approfondita in funzione dell'intervento proposto.

Al fine di una corretta e precisa definizione della tipologia dei terreni e delle loro caratteristiche geotecniche è normalmente necessario, in relazione alla complessità e all'importanza degli interventi previsti, procedere all'esecuzione di mirate indagini geognostiche (prove penetrometriche, sondaggi) e, per un maggior dettaglio, ad una valutazione sperimentale della granulometria,

dell'angolo di attrito interno e/o della coesione (prove di taglio diretto, triassiali, di compressione non confinata).

Le unità che affiorano nel Comune di Ciserano sono tutte di origine fluvioglaciale e fluviale, risultando spesso formate da una successione di ghiaie e sabbie con intercalazioni di argilla e limo legate a momenti di energia deposizionale minore o a pedogenizzazione avvenuta tra un evento deposizionale e l'altro.

Le litologie di superficie visibili in corrispondenza di fronti di scavo o dedotte dalle stratigrafie dei pozzi e dei sondaggi geognostici censiti in zona, mostrano in particolare una differenziazione tra la parte occidentale e meridionale del territorio comunale e il settore orientale (comprendente parte dell'insediamento industriale di Zingonia, dell'abitato di Ciserano e di Arcene). Quest'ultimo difatti presenta spessori di ghiaie e sabbie con abbondante presenza di matrice argillosa.

In tale settore, la presenza diffusa in superficie e fino a una profondità all'incirca compresa tra i 2 e i 10 m di terreni con una significativa percentuale di materiali coesivi, e quindi con caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti, fanno ritenere estremamente importante l'esecuzione di indagini puntuali mirate a definire con precisione i valori di capacità portante e dei cedimenti indotti dai carichi applicati (questi ultimi ad esempio mediante prove edometriche).

Le condizioni migliori sono invece riscontrabili negli altri settori, dove prevalgono ghiaie e sabbie pulite, più o meno cementate, con minor percentuale di argilla rispetto alla porzione orientale del territorio comunale. Dall'esame degli schemi stratigrafici relativi ai pozzi per l'approvvigionamento idrico eseguiti in tale zona, risulta che al disotto di un livello di spessore massimo di 2 m di terreno vegetale si trovano ghiaie limose o argillose (talora descritte tuttavia come ghiaie e sabbie a forte matrice argillosa) e conglomerati.

Conseguentemente, da un punto di vista geotecnico, si hanno prevalentemente terreni con buone caratteristiche di portanza e stabilità,

anche se all'interno di essi, proprio per la loro natura, si rinvencono saltuariamente delle intercalazioni o lenti di materiali più fini quali limi e argille, con caratteristiche più scadenti.

Generalmente solo a profondità superiori ai 24 m dal piano campagna si incontrano livelli francamente coesivi, sebbene in due sondaggi eseguiti nel territorio comunale sono stati segnalati intervalli di argilla e ghiaia e di argilla e conglomerato rispettivamente da 1,50 a 4,50 m e da 5,0 a 7,0 m dal piano campagna.

In allegato alla presente relazione si riportano le stratigrafie relative a perforazioni e indagini eseguite in passato nell'ambito del territorio comunale e del suo intorno.

8 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE

8.1 *Idrografia superficiale*

L'area in esame si colloca tra il fiume Brembo ad ovest e il torrente Morla ad est, che in tale settore della pianura bergamasca distano tra loro in media 6 km circa. Poco a sud della latitudine del centro abitato di Ciserano, in corrispondenza di Canonica d'Adda, il Brembo confluisce nell'Adda. Gran parte dell'area indagata ricade direttamente nel bacino idrografico dell'Adda Sublacuale, mentre una ridotta porzione del settore settentrionale fa parte della fascia pianeggiante del sottobacino del fiume Brembo.

L'andamento idrografico della zona è caratterizzato, più che dalla relativa vicinanza del Brembo e dell'Adda, dalla canalizzazione irrigua. Il sistema idrografico superficiale che interessa il territorio comunale è rappresentato difatti da una fitta rete di rogge e canali artificiali, alcuni di antica origine, costruiti al fine di assicurare l'irrigazione ai campi coltivati anche se su superfici decisamente più ridotte rispetto al passato.

Tra i corsi d'acqua secondari presenti ai margini del territorio comunale si evidenziano il summenzionato torrente Morla, che scorre in direzione N-S immediatamente a est dell'area, e il Fosso Bergamasco, a SO della stessa.

Il torrente Morla trae origine dalle acque di scolo dei versanti collinari ad ovest di Bergamo, riunendo in sé una serie di impluvi che drenano un bacino di dimensioni piuttosto contenute. Il corso d'acqua, per lunghi tratti artificializzato, funge tuttavia da recapito di numerosi canali e di terminali di acque bianche e nere dei comuni attraversati. Il torrente mostra ancora alcuni caratteri di naturalità, come nel tratto fortemente sinuoso tra Stezzano e Levate. Le acque del torrente vengono utilizzate fin dai tempi antichi per l'irrigazione delle campagne attraversate, fino a disperdersi nella zona di Brignano e Treviglio, dove confluiscono in altre rogge.

Il torrente rientra nell'elenco dei corsi d'acqua facenti parte del reticolo idrico principale, ai sensi della DGR 1 ottobre 2008 n. 8/8127, in cui viene identificato dal numero BG185 e denominato Rio Morla o Morletta. Esso interessa i comuni di Castel Rozzone, Lurano, Arcene, Pognano, Verdello,

Verdellino, Levate, Dalmine, Stezzano, Lallio, Bergamo e Treviolo. Il corso d'acqua scorre in prossimità del territorio di Ciserano senza tuttavia bagnarlo direttamente. Il tratto classificato come principale riguarda tutto il corso fino all'altezza della Cascina Valota in Comune di Brignano Gera d'Adda, dove si spaglia.

Il Fosso Bergamasco scorre in direzione NO-SE lungo il limite sud-occidentale del territorio comunale. In più punti esso risulta degradato e ostruito ma conserva un valore storico in quanto segnava la linea di confine tra la Repubblica di Venezia e il Ducato di Milano.

La costruzione sia dei canali che di rogge a scopo irriguo è tipica di tutta la pianura bergamasca. L'alimentazione dei suddetti canali è affidata ai corsi d'acqua e, almeno nella bassa pianura, ai fontanili.

I "fontanili" o "risorgive" sono emergenze della falda freatica in corrispondenza di locali depressioni della superficie topografica in gran parte artificiali o comunque modificate antropicamente. Spesso difatti sono escavazioni artificiali, di dimensioni variabili, realizzate per captare le acque sorgive naturali ed utilizzarle per l'irrigazione. Tale sistema irriguo è notevolmente diffuso nella pianura lombarda e piemontese e sembra risalga alla seconda metà del XII secolo. Numerosi fontanili stanno tuttavia andando incontro a fenomeni di compromissione irreversibile e di totale scomparsa dovuti a interrimenti, inquinamenti, discariche di rifiuti, che ne hanno rapidamente ridotto il numero.

Dal punto di vista idrogeologico, l'origine dei fontanili è dovuta alla progressiva diminuzione delle dimensioni dei materiali alluvionali, da materiali prevalentemente granulari a terreni più fini. La presenza di livelli impermeabili o semi-impermeabili in prossimità della superficie topografica determina infatti una risalita delle acque della prima falda.

A partire dalla seconda metà del secolo scorso, il continuo aumento della quantità di acqua emunta dai pozzi per uso industriale ha provocato in molti casi un marcato abbassamento della falda freatica e una migrazione verso sud del limite settentrionale della fascia dei fontanili. Nel settore di pianura

compreso tra l'Adda e il Serio, la "linea dei fontanili" precedentemente si sviluppava grossomodo all'altezza di Ciserano, Pognano, Urgnano e Ghisalba, cosicché anche alcune risorgive presenti nella zona in esame e in quelle limitrofe attualmente risultano estinte o asciutte; in particolare una di esse è ubicata nel territorio di Ciserano, a ovest della località Molino del Monte.

Per quanto riguarda il fiume Brembo, esso scorre in direzione dapprima nord-sud e quindi NE-SO, a circa 2 km di distanza dal limite occidentale del territorio comunale, per poi confluire nell'Adda all'altezza di Canonica d'Adda, alla quota di 131,8 m slm. Nel tratto terminale, il Brembo è caratterizzato da una pendenza media dello 0,52 % circa doppia rispetto a quella dell'Adda. Nel periodo compreso tra il 1940 e il 1980, la portata media annua registrata alla stazione idrometrografica gestita dal Servizio Idrografico del Po è risultata di 31 mc/sec, cui corrisponde un deflusso medio annuo di quasi 1 miliardo di mc.

Il regime idrologico del fiume è a deflusso perenne, ma di tipo torrentizio, con portate di magra molto scarse e portate di massima piena elevate, spesso anche più di quelle dell'Adda (durante l'alluvione del luglio 1987 il Brembo ha raggiunto, a Ponte San Pietro, una portata di circa 1.000 mc/sec). Questa caratteristica è da imputarsi prevalentemente al fatto che a monte del fiume Brembo manca un bacino regolatore, come ad esempio il Lago di Como per l'Adda, che fungendo da "polmone" riesca a regolare in termini di variazioni di portata del fiume le notevoli variazioni pluviometriche stagionali.

Il Brembo, anche se in modo meno marcato dell'Adda, scorre incassato (20-30 m) rispetto alla pianura. Dall'"Indagine idrogeologica preliminare sulle esondazioni dei Fiumi Adda, Brembo e Serio dal 1880 al 1988" (Bendotti, Burlini, Francani, Salibene, Zappone, 1988), si rileva che dal 1882 al 1987 il fiume Brembo ha esondato solo in corrispondenza dell'aeroporto di Valbrembo, e che nel tratto mediano del corso del Brembo i danni più ingenti alle infrastrutture (strade, ponti, ecc.) si sono avuti nelle zone di Brembate (Almenno e Ghiaie di Almè), Briolo e Ponte San Pietro, fortemente colpite anche dalla violenta alluvione del luglio 1987.

Il sistema irriguo artificiale presente nell'area in esame è gestito dal Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca, che preleva acqua per uso irriguo da diversi fiumi tra i quali il Brembo e l'Adda.

I canali presenti nel territorio comunale sono tutti riconducibili ad una derivazione del fiume Brembo denominata Roggia Brembilla, le cui acque vengono capillarmente distribuite in vari "moduli", ciascuno comprendente ulteriori diramazioni. I moduli che interessano il territorio di Ciserano, rappresentati nella carta della pagina seguente, sono: Gremosa, Isolo, Nuova e Vecchia di Ciserano, Nuovo di Boltiere, Verdello e Canale.

L'idrografia superficiale dell'area in esame è rappresentata più genericamente sulla Carta Idrologica in scala 1:5.000, nella quale sono stati simboleggiati anche i limiti dei bacini idrografici.

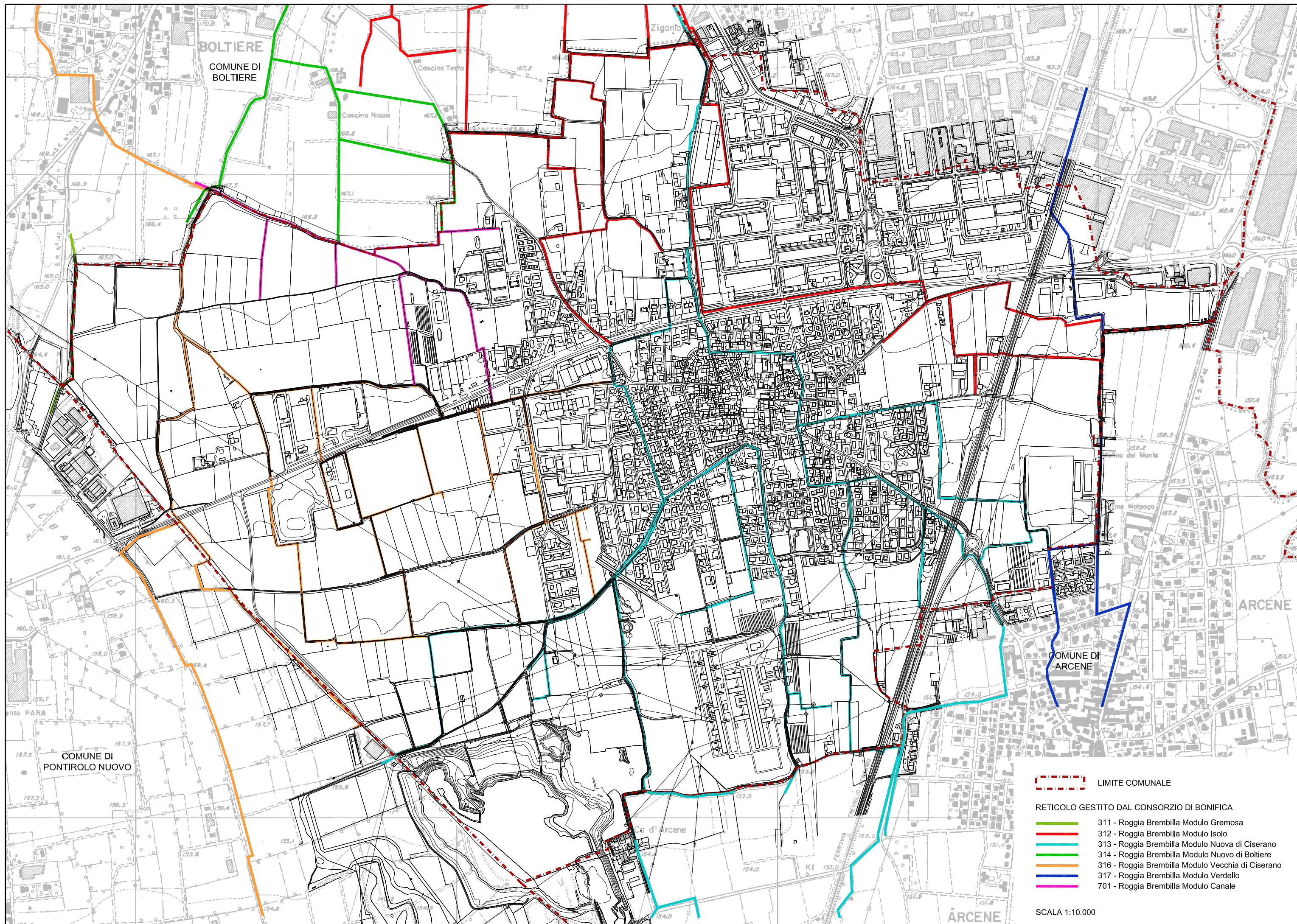
Di seguito viene infine riportata una sintesi delle caratteristiche della Roggia Brembilla e del rispettivo bacino.

Roggia Brembilla

Costituisce un subdistretto irriguo e serve un bacino totale di complessivi 1891,54 ettari, tutti irrigati a scorrimento con ruota di distribuzione di giorni 7 e 3/4. Il prelievo dal fiume Brembo avviene nel territorio del comune di Osio Sopra, con consegna diretta dal canale idroelettrico dell'ENEL derivato in Comune di Ponte San Pietro. Le portate di concessione sono di 5,5 mc/s, ma nel periodo estivo si arriva a portate di magra di 3,0-3,5 mc/s.

Poiché le acque del Brembo soffrono di forti carenze estive, per integrare le scarse disponibilità delle rogge che derivano dal Brembo (Brembilla e Trevigliesi) durante le magre estive, vengono utilizzate le acque prelevate dal fiume Adda attraverso l'omonima opera di derivazione, il Canale Adda.

Il prelievo dall'Adda avviene in sponda sinistra nel territorio del Comune di Calusco d'Adda, mediante opera di presa a gravità. Le portate di concessione sono di 10 mc/s, ma nel periodo estivo si arriva a portate di magra di 4/6 mc/s.



8.2 *Inondabilità del territorio*

Analisi storica

L'analisi storica degli eventi di esondazione e/o alluvionamento di parti del territorio comunale ha evidenziato un solo avvenimento di rilievo, classificato dalla scheda di censimento delle piene n. 5200170 del Progetto AVI.

L'evento si riferisce alla piena di vari corsi d'acqua della bergamasca tra cui La Morla, a seguito della caduta di 70-80 mm di pioggia avvenuta il 25/06/1959. Tale evento ha causato danni all'agricoltura, alle infrastrutture di comunicazione e a edifici civili di diversi paesi della Val Seriana e della Pianura bergamasca, tra cui Ciserano.

Un secondo episodio che ha interessato aree limitrofe al territorio comunale si riferisce agli eventi alluvionali del giugno 1997.

Nell'ultima decade di tale mese si sono verificati in Provincia di Bergamo eventi meteorici di notevole intensità, che hanno comportato sulla rete irrigua e di colo di competenza del Consorzio di Bonifica notevoli afflussi di portate, che in vari punti, hanno tracimato dagli alvei, allagando strade, campagne ed abitazioni, oltre a danneggiare in vari tratti di canali, gli argini stessi, le sponde e i manufatti di servizio.

Tra i Comuni interessati dai fenomeni di allagamento suddetti, con relativi danni alle opere consortili ivi ricadenti, figurano Verdellino e Boltiere.

Il riconoscimento da parte dello Stato dei danni alle strutture consortili ha permesso il finanziamento del ripristino del tratto di argine della Roggia Brembilla Modulo Verdello in Comune di Verdellino e il ripristino di un tratto di argine delle Rogge Modulo Canale e Modulo Vecchia di Ciserano in Comune di

L'ultimo episodio alluvionale che ha interessato in maniera diretta il territorio comunale si è verificato nel novembre del 2002, quando il Morletta e le rogge connesse hanno esondato nei comuni di Verdello, Verdellino, Levate (in buona parte allagata), Arcene, Ciserano, Brignano Gera d'Adda, Castel Rozzone, Pagazzano e Stezzano, causando numerosi danni.

Analisi del rischio idrologico

Al fine di eseguire l'analisi del rischio idraulico si prendono in considerazione anzitutto i corsi d'acqua naturali che indirettamente potrebbero interessare il comune di Ciserano.

Nella zona limitrofa al territorio comunale, il rischio di esondazione del fiume Brembo è medio unicamente per le aree e le campagne adiacenti al corso d'acqua. Il fiume scorre incassato e con un dislivello di circa 15-20 metri rispetto al Livello Fondamentale della Pianura e, in considerazione anche della distanza superiore a 2 km dal fiume, nel Comune di Ciserano il rischio di inondazione dovuto al Brembo è nullo. Analogo discorso va fatto per il fiume Adda.

Per quanto riguarda il torrente Morla, la forte eterogeneità degli apporti e l'utilizzo dell'alveo ai fini irrigui, difficilmente quantificabili con precisione, determina una certa variabilità del regime idraulico del corso d'acqua, che, in corrispondenza di alcuni tratti in cui è evidente una scarsa manutenzione, manifesta una certa propensione all'esondazione.

E' anche possibile che qualche modificazione al tracciato possa avvenire in occasione di piene straordinarie, eventualmente provocando un salto di meandro, con remote possibilità tuttavia di interessare in maniera diretta il territorio di Ciserano.

Il torrente presentava problemi di esondabilità, in particolare nei pressi dei quartieri di Bergamo, Campagnola e Boccaleone, e nel tratto tra Verdello e Arcene, dove il tempo di ritorno degli eventi di esondazione era di circa 20 anni. Il Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca ha realizzato uno scolmatore che ha ridotto il rischio idrologico per i territori più a sud, indirizzando nel fiume Serio, in caso di piena del torrente Morla, una portata

L'ultimo episodio di esondazione del torrente ha interessato il territorio di Levate in conseguenza alle consistenti precipitazioni del novembre 2002 e ha determinato allagamenti in diversi punti del paese.

Il rischio di esondazione del Morla deve essere considerato medio per i comuni di Levate, Arcene, Verdello, Zingonia e Verdellino per le porzioni vicine al torrente, perlopiù coltivate e interessate solo dagli eventi alluvionali più significativi.

Dal punto di vista idrologico, oltre che alla presenza del torrente Morla, la pericolosità per il territorio di Ciserano è connessa all'elevato numero di diramazioni delle rogge derivate dal fiume Brembo (in particolare Roggia Brembilla e Fosso Bergamasco).

La rete irrigua artificiale può eventualmente risentire delle condizioni di piena dei corsi d'acqua dai quali trae origine, ma in genere su di essa ha da tempo operato il Consorzio di Bonifica al fine di evitare o limitare problemi di esondazione, che nella maggior parte dei casi sarebbero limitati ad una stretta fascia in prossimità del cavo artificiale.

L'analisi del rischio di esondazione/alluvione sul territorio comunale di Ciserano evidenzia dunque le seguenti conclusioni.

L'inondazione urbana o delle infrastrutture periurbane o delle infrastrutture viarie conseguente ad esondazione dei corsi d'acqua superficiali, potrebbe essere determinata unicamente da precipitazioni molto prolungate nel tempo e di notevole gravità anche se non direttamente interessanti il territorio comunale.

In considerazione di tali osservazioni e viste le caratteristiche geomorfologiche ed idrologiche del territorio analizzato risulta comunque che il rischio di inondazione del territorio di Ciserano è basso o molto basso.

8.3 *Idrogeologia*

Allo scopo di rappresentare le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale, nella Carta Idrogeologica in scala 1:5.000, sono stati simboleggiati, oltre agli elementi idrografici, i pozzi censiti, i piezometri esistenti, le emergenze idriche, le isopieze e la direzione prevalente della falda.

L'andamento della superficie piezometrica è rappresentato mediante curve isopiezometriche, che collegano punti di ugual altitudine della superficie idrica della falda freatica.

In corrispondenza del settore centrale della carta, il flusso del corpo idrico presente nel sottosuolo risulta orientato all'incirca da nord verso sud e nella parte meridionale da NNE verso SSO. Nel settore occidentale, in comune di Pontirolo Nuovo, le isopiezometriche mostrano un orientamento che evidenzia l'azione di drenaggio svolta dai fiumi Brembo e Adda nei confronti della falda: in questo comparto dunque le acque del sottosuolo alimentano i suddetti corsi

Dal confronto delle carte idrogeologiche riguardanti la media pianura bergamasca è possibile osservare che i valori piezometrici mostrano una graduale decrescita a partire da NNE verso SSO; e passano da 150 m slm nella zona di Ciserano, a 132 m slm in corrispondenza di Pontirolo Nuovo.

Mentre nell'abitato di Ciserano, localizzato sul ripiano fluvio-glaciale, la soggiacenza della falda è generalmente compresa tra gli 8 e i 15 metri dal piano campagna, nel settore adiacente al fiume Brembo la superficie piezometrica si trova a pochi metri di profondità. In rapporto alla quota del municipio (160 m slm), il livello statico della falda freatica si attesta alla quota di circa 147 m slm e si presenta pertanto depresso grossomodo di 13 m.

Rispetto a questo andamento generale, si evidenzia tuttavia che nel settore orientale del territorio comunale, in prossimità del rilevato ferroviario e della strada comunale che da Ciserano conduce alla località Molino del Monte, la falda è stata rilevata a 5-6 m di profondità da p.c. e localmente la sua soggiacenza è stata rilevata anche a meno di 5 m dal piano campagna.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

L'escursione annua è di circa 5 m, con minimi in aprile-maggio e massimi in agosto-settembre, per effetto del sistema di adacquamento a scorrimento della zona.

Nell'arco dell'ultimo decennio, le oscillazioni misurate del livello della falda sono state superiori a 7,5 m. Come evidenziato nella sottostante tabella, riportata nel Progetto di gestione produttiva dell'ATEg18, la quota minima del lago di cava è stata pari a 133,08 m slm, mentre quella massima ha raggiunto 140,5 m slm.

<i>Data</i>	<i>Quota lago di cava</i>
13/02/2001	138,67
19/02/2002	136,08
Novembre 2002	140,50
19/02/2003	137,74
05/04/2004	135,70
05/04/2006	134,48
11/04/2007	133,35
30/04/2008	133,08
17/03/2009	137,35
17/03/2010	139,12
24/03/2011	136,48

La variazione del livello della falda dipende fortemente sia dalle precipitazioni che dai cicli delle colture agrarie cioè dalle irrigazioni che questi comportano.

Poiché l'alimentazione degli orizzonti più superficiali della falda avviene attraverso il processo di percolazione, è evidente che tali fattori incidano in tempi piuttosto rapidi sulle escursioni della superficie piezometrica.

La zona è irrigata a scorrimento con acque superficiali provenienti dalla Roggia Brembilla; la tipologia di irrigazione determina un ciclo annuale con minimi piezometrici intorno al mese di maggio, di norma appena prima della riapertura del colo idrico nei canali dopo le pulizie primaverili, e con massimi al

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

termine della stagione irrigua, al più allungati o amplificati negli autunni piovosi.

Il gradiente piezometrico manifesta una brusca diminuzione a valle dell'isopieza di magra 137 m slm, attribuibile all'azione drenante della depressione creata dall'attività estrattiva a monte di tale isopieza.

Nel territorio comunale sono presenti numerosi pozzi privati e tre pozzi di proprietà comunale, di cui soltanto due vengono tuttavia utilizzati per l'approvvigionamento idrico potabile ed ambedue solo saltuariamente. Da qualche anno, difatti, il Comune di Ciserano utilizza prevalentemente acqua dell'acquedotto della BAS.

L'area di rispetto dei pozzi sfruttati a scopo idropotabile nei comuni di Arcene e Verdellino, seppur realizzati in zone limitrofe al limite comunale, non interessa

Di seguito si riportano alcuni dati relativi ai pozzi di proprietà comunale:

N°	Area	Quota slm (m)	Profondità pozzo (m)	Livello statico (m)	Stratigrafia	USO
1	Via Pedrinelli	158,8	215	6,7-15,6	si	Acquedotto (saltuario)
2	Via Botticelli	161,6	152	11,3-20,0	si	Acquedotto (saltuario)
3	Via Osio	164,5	62,3	47,5- 53,35	si	Non funzionante

Il pozzo di Via Osio non è neppure autorizzato all'emungimento idrico.

Sulla base di studi idrogeologici pregressi integrati dai dati disponibili relativi alle stratigrafie e ai dati piezometrici di pozzi presenti sia in Comune di Ciserano che nei comuni limitrofi si rileva che la successione stratigrafica della zona comprende intervalli ghiaioso-sabbiosi alternati a livelli limoso-argillosi. La presenza di questi ultimi si riscontra generalmente al disotto dei 130 m slm nell'area di Ciserano, mentre nella zona di Pontirolo e Treviglio i terreni coesivi si rinvencono prevalentemente a quote inferiori ai 120 m slm.

A scala regionale, è stata riconosciuta una serie idrogeologica che comprende, dal basso verso l'alto stratigrafico, le seguenti unità:

- **Substrato roccioso indifferenziato**

E' costituito da rocce del Mesozoico e Cenozoico che affiorano nei rilievi che bordano la pianura, e che nella zona in argomento sono presenti a profondità superiori ai 250 m, sotto le coperture continentali. La sua presenza è desunta sulla base di dati stratigrafici a carattere regionale, tuttavia dato l'ingente spessore di depositi che lo coprono nella zona in argomento, il substrato non è stato raggiunto dalle perforazioni eseguite nel territorio comunale e nelle aree limitrofe.

- **Litozona ad argille prevalenti**

L'unità risulta costituita da argille e limi prevalenti, con intercalazioni sabbiose e ghiaiose, di origine prevalentemente continentale.

I livelli argillosi, talvolta molto continui lateralmente, definiscono una struttura idrogeologica denominata acquifero multistrato. I livelli più permeabili formano gli acquiferi cosiddetti profondi che sono sede di falde confinate o semiconfinate, con potenzialità idrica molto ridotta.

Gli acquiferi manifestano, in linea generale, una forma lenticolare; le ghiaie e le sabbie sono ovunque subordinate ai terreni coesivi, che hanno spesso una caratteristica colorazione grigio-azzurra. A questa unità difatti appartengono anche i sedimenti del Pleistocene inferiore e Pliocene superiore di origine marina (contenenti anche macrofaune fossili), i quali hanno litologia e comportamento idrogeologico analogo a quello dei sedimenti continentali sopra

Dal punto di vista stratigrafico, dunque, superiormente i depositi sono di origine continentale e contengono livelli di torbe, espressione di sedimentazione palustre di età villafranchiana (Pleistocene inferiore), mentre inferiormente i dati paleontologici indicano un ambiente deposizionale lagunare e marino, con presenza di fossili di tali ambienti.

Talora tali acquiferi, che stratigraficamente si trovano al disotto dei conglomerati variamente fessurati della formazione del Ceppo, assumono una certa importanza in quanto vengono raggiunti da pozzi profondi, destinati all'emungimento di acque da adibire al consumo umano. I livelli argillosi della litozona in argomento proteggono difatti la falda dalla percolazione di eventuali inquinanti, mentre le falde superficiali si possono purtroppo considerare parzialmente compromesse ed inquinate, per cui sono state in parte abbandonate per lo sfruttamento ai fini idropotabili. Talora le condizioni naturali di degrado, la bassa trasmissività e la bassa velocità di ricarica delle falde ne riducono la possibilità di sfruttamento. Le contaminazioni di arsenico, ammoniaca, ferro e manganese riscontrate frequentemente in questo acquifero sono comunque di origine naturale, essendo determinate dalla dissoluzione di metalli e di altre sostanze già presenti nei depositi in oggetto.

• **Litozona a conglomerati prevalenti**

Si tratta di una successione di conglomerati compatti e fratturati, sabbie, arenarie e rare ghiaie, con intercalazioni argillose, che nella zona di Verdello-Verdellino-Osio ha uno spessore superiore ai 200 m.

Le alternanze di orizzonti conglomeratici e argillosi sono disposte senza un ordine o una successione preferenziale; verso l'alto prevale spesso una potente serie di depositi conglomeratici con locali intercalazioni di livelli argillosi.

I conglomerati, appartenenti alla formazione del Ceppo (Pleistocene inferiore), rappresentano la principale roccia serbatoio. La permeabilità dei depositi conglomeratici è alquanto varia, influenzata dalla presenza di fratture e cavità di dissoluzione, dal grado di cementazione e dalla percentuale di sedimenti fini.

Le lenti ghiaioso-sabbiose presentano una considerevole estensione areale (fino a 2-3 km) e visto il loro discreto spessore costituiscono un corpo acquifero molto produttivo e sfruttato dai pozzi perforati nel settore. Tutto lo spessore dell'unità conglomeratica risulta caratterizzato da una marcata

eterogeneità litologica che condiziona la circolazione idrica sotterranea, di conseguenza la variazione laterale delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero porta a rendimenti dei pozzi molto diversificati. I valori di permeabilità, di trasmissività e di porosità risultano alquanto variabili in funzione del grado di compattezza o di fratturazione dei conglomerati.

Essendo comunque lo spessore saturo mediamente superiore a 50 metri la potenzialità idrica dell'acquifero del "Ceppo" è piuttosto elevata. I pozzi che lo captano presentano portate specifiche con valori compresi tra i 10 ed i 30 l/s*m in relazione ad una diminuzione progressiva dello spessore del "Ceppo" conseguente ad un innalzamento dell'unità "Villafranchiana".

- **Litozona a ghiaie e sabbie a componente limosa**

Questa unità ha un certo interesse pratico in quanto la litozona è costituita da depositi fluvioglaciali e fluviali del Riss e del Mindel (Pleistocene medio), che ospitano lenti ghiaioso-sabbiose di sensibile estensione ma di spessore talora ridotto. Nelle ghiaie difatti si intercalano livelli sabbiosi, limosi e argillosi. Talvolta le ghiaie sono cementate dall'acqua sotterranea e si presentano in forma di conglomerati.

- **Litozona a ghiaie e sabbie**

Questa unità, in cui frequentemente si rinviene la falda freatica, è costituita dalle ghiaie e dalle sabbie dei sedimenti alluvionali recenti e di quelli fluvioglaciali würmiani contraddistinti da caratteristiche di permeabilità elevate.

I depositi quaternari presenti nell'area, comprendenti materiali prevalentemente granulari, possiedono coefficienti di permeabilità piuttosto elevati che condizionano in maniera marcata il naturale flusso idrico sotterraneo e di conseguenza la tipologia degli acquiferi locali. Laddove lo spessore del terreno agrario al disopra dei terreni alluvionali è ridotto o mancante, la permeabilità per porosità primaria, consente una ricarica costante e veloce della falda freatica, a superficie libera, che viene alimentata

per infiltrazione diretta delle acque meteoriche. A sua volta l'acquifero in argomento alimenta, almeno in parte, le falde sottostanti.

Lo spessore delle litozone sopra descritte varia sensibilmente nell'ambito delle diverse zone della media pianura. In particolare, procedendo in direzione sud da Verdellino ad Arcene, una "dorsale" sepolta, evidenziata da un sollevamento della base impermeabile dell'acquifero superiore, determina la locale riduzione dello spessore dei depositi continentali del Pleistocene medio e inferiore.

Tale variazione stratigrafica laterale si manifesta anche nel settore meridionale di Ciserano, dove determinava la presenza del vecchio limite della fascia dei

La successione stratigrafica relativa al Comune di Ciserano è stata descritta grazie alle stratigrafie dei pozzi eseguiti per l'approvvigionamento idrico, che si sono spinti a profondità anche notevoli e che hanno consentito l'elaborazione di 2 sezioni, orientate in direzione grossomodo N-S ed E-O, e riportate nella tavola 4 fornita in allegato.

Per ciò che concerne le caratteristiche degli acquiferi sono stati presi in considerazione i dati riportati sulla pubblicazione della Regione Lombardia "Acque sotterranee in Lombardia", edita nel marzo 2001.

Il territorio di Ciserano ricade nel settore Treviglio che rientra tra le risorse idriche sotterranee della pianura tra Adda e Oglio. Il settore è delimitato a ovest dai corsi dei fiumi Adda e Brembo, a est dal fiume Serio, con quote comprese tra 180 m a nord e 120 m s.l.m. a sud, al margine meridionale dell'alta pianura bergamasca. Il Comune di Ciserano si trova in corrispondenza

La struttura idrogeologica è caratterizzata dalla presenza dell'acquifero superficiale, del secondo acquifero e dell'acquifero profondo. L'acquifero superficiale è ospitato nella litozona a ghiaie e sabbie; il secondo acquifero nella litozona a ghiaie e sabbie a componente limosa e nella litozona a conglomerati prevalenti, mentre l'acquifero profondo è contenuto nella litozona ad argille prevalenti.

Nel settore Treviglio, il primo e secondo acquifero localmente risultano separati da un livello argilloso, la cui continuità laterale e spessore non sono tuttavia costanti. Pertanto, in realtà, la mancanza di diaframmi argilloso-limosi continui tra i due acquiferi favorisce il passaggio delle acque dalla prima alla seconda falda, tanto da poter considerare il sistema delle due falde come se fosse costituito da un unico acquifero indifferenziato dello spessore medio di 140 metri, denominato acquifero superiore.

Localmente la presenza di diaframmi argillosi più estesi e spessi produce qualche differenza di livello piezometrico all'interno dei depositi fluvioglaciali più antichi e in quelli conglomeratici del Ceppo, dove le falde sono perlopiù semiconfinate, a differenza delle condizioni di falda libera riscontrate nei depositi sovrastanti.

I parametri idrogeologici di questa zona, ricavati da un modello monostrato che simula un acquifero monofalda costituito dai depositi fluvioglaciali e alluvionali, indicano una trasmissività media che oscilla tra 6×10^{-2} mq/s e 6×10^{-3} mq/s e una classe quantitativa caratterizzata attualmente da un sostanziale equilibrio tra disponibilità e consumi. Tale situazione è generata dalla buona permeabilità dei terreni, dalla ricarica irrigua e dalla vicinanza del fiume Adda che garantisce una soddisfacente compensazione ai prelievi, altrimenti il prelievo da pozzi, che rappresenta quasi il 60% del flusso idrico sotterraneo, potrebbe avere conseguenze molto più negative.

9 PERMEABILITÀ DEI TERRENI E VULNERABILITÀ DELLA FALDA FREATICA

Al fine di fornire una valutazione di massima della permeabilità dei suoli e dei litotipi del primo sottosuolo presenti nel territorio comunale, è stato redatto un apposito elaborato cartografico (TAV. 5), che ha consentito anche una valutazione della vulnerabilità della falda freatica.

Per stimare quest'ultima anzitutto si è fatto riferimento alle caratteristiche dei suoli indicate nella carta pedologica dell'ERSAL, distinguendo in particolare tre categorie: la prima in cui lo spessore medio del suolo risulta compreso tra 0,5 e 1 m, la seconda in cui è anche inferiore a 0,5 m, la terza in cui lo spessore è maggiore di 1 m. Quindi i valori di permeabilità riferiti alle sottostanti unità geologiche sono stati attribuiti prevalentemente sulla base delle caratteristiche granulometriche individuate nelle precedenti fasi di lavoro.

I fattori che regolano la vulnerabilità di un acquifero sono di carattere fisico (velocità di passaggio dell'inquinante dalla superficie alla falda; velocità di deflusso sotterraneo) e di carattere geoambientale (capacità di attenuazione dell'inquinante da parte dell'ecosistema).

La *VELOCITÀ CON CUI SI TRASMETTE L'INQUINANTE* è legata ai seguenti fattori:

- soggiacenza della falda (ovvero spessore dell'areato);
- caratteristiche litostratigrafiche dell'areato;
- caratteristiche di permeabilità dell'areato;
- caratteristiche della strato vegetativo e sua capacità di ritenzione specifica;
- densità, viscosità e solubilità dell'inquinante;
- ricarica attiva media globale della falda.

Il *DEFLUSSO SOTTERRANEO* è legato:

- alle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero;

- alla sua struttura, geometria e gradiente idraulico.

La *CAPACITÀ DI ATTENUAZIONE DELL'INQUINANTE* è legata a:

- temperatura dell'acqua e dei depositi acquiferi;
- caratteristiche chimico-fisiche dell'inquinante;
- spessore, tessitura, composizione mineralogica, ecc. del suolo e dell'areato.

I fattori che maggiormente influiscono sul grado di vulnerabilità di un terreno, a prescindere dall'inquinante, che possono essere utilizzati per fornire un valore di massima generale sono:

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

Per una stima della vulnerabilità verticale dell'acquifero si devono considerare:

- la velocità di infiltrazione V_i ;
- la soggiacenza della falda S ;
- il tempo di arrivo T_a del potenziale inquinamento

$$T_a = \frac{S}{V_i}$$

La valutazione della vulnerabilità orizzontale (che tiene conto del grado di diffusione dell'inquinante) e della vulnerabilità complessiva dell'acquifero (data dal rapporto tra la vulnerabilità verticale e quella orizzontale) è regolata da simili criteri e formule, ma per poter operare una stima di questi due fattori è necessario eseguire indagini mirate alla determinazione di parametri attualmente non disponibili per il territorio in esame.

Pertanto è stata stimata una vulnerabilità verticale basandosi sui valori tabellati (tabella di De Luca e Verga) di seguito riportata:

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

TEMPO DI ARRIVO	VULNERABILITÀ 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

Un'ulteriore semplificazione per eseguire tale stima è stata quella di considerare unicamente i dati relativi alla soggiacenza della falda e ai valori di permeabilità individuati.

Sono stati quindi stimati i valori del tempo di arrivo del potenziale inquinamento e la corrispondente vulnerabilità verticale; nel settore orientale del territorio comunale essa è bassa o medio-bassa, mentre nella rimanente parte risulta da medio-alta ad elevata.

Tale valutazione della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale è riferita a inquinanti generici e non considera le caratteristiche chemiodinamiche delle sostanze, tuttavia, seppur qualitativamente, essa fornisca importanti elementi per ulteriori studi di approfondimento in un settore della pianura bergamasca intensamente antropizzato e industrializzato.

Analisi storica

Nel territorio di Ciserano una decina di anni fa si è verificato un incidente coinvolgente le attività produttive presenti, più specificatamente il sito industriale di via Martin Luther King 5. Il sito è passato dalla destinazione d'uso agricola a quella industriale nel 1995, e quest'ultima destinazione è sempre coincisa con un'attività di ricopertura metallica di materie plastiche.

Dapprima vi operarono le ditte Superlux e quindi Castelcrom, successivamente nel febbraio 2000 il sito venne ritirato dalla ditta Croma. Nel primo periodo di attività di quest'ultima, le operazioni di manutenzione straordinaria hanno evidenziato una cavità decimetrica nel sistema di contenimento delle vasche in

calcestruzzo armato destinate alla raccolta, prima dell'invio graduale all'impianto di depurazione aziendale, delle acque di lavaggio dei pezzi e dei concentrati cromatici e rameico-nichelici.

Le tracce di aggressione chimica alla struttura di contenimento ed ai primi strati di terreno sottostante hanno immediatamente fatto ritenere che parte dei liquidi utilizzati avessero creato la cavità e si fossero infiltrati nel sottosuolo.

Anche in un pozzo perdente presente nell'insediamento industriale si è riscontrato un accumulo di fango simile a quello proveniente dalla depurazione delle acque reflue galvaniche, che è stato ritenuto l'accumulo di vari anni di trasporto di perdite di fango sui piazzali da parte delle piogge più intense.

Il fenomeno inquinologico comunque di maggior rilevanza è stato quello relativo alla perdita di liquidi da attività galvanica dal sistema di vasche interrato, con contaminazione da parte di Nichel e Cromo, del volume di terreno non saturo e dell'acquifero. Le analisi chimiche hanno evidenziato concentrazioni di Nichel sensibilmente minori rispetto a quelle del Cromo.

La falda nell'area prossima al sito si trova a profondità variabili tra i 10 e i 15 m dal piano campagna.

Attraverso il movimento verticale delle soluzioni idriche inquinanti che si perdevano dal fondo della vasca di contenimento è avvenuto un veloce trasferimento alla falda acquifera, con conseguente alterazione della sua qualità.

Per provvedere alla bonifica in particolare dell'acquifero freatico, nel novembre 2000 la società Ecosphera s.r.l. ha predisposto un progetto di bonifica con misure di sicurezza e ripristino ambientale.

Il progetto ha previsto l'utilizzo di pozzi di prelievo o spurgo della falda freatica, di un impianto di depurazione a resine a scambio ionico, e il ravvenamento-sbarramento della falda freatica mediante ricariche artificiali con acqua fluviale di buona qualità (roggia di Sopra proveniente dal fiume Brembo). Le acque di spurgo prelevate in corrispondenza dell'area dello

stabilimento venivano trattate nell'impianto di depurazione e scaricate nella fognatura comunale di via Natta, mentre le acque prelevate nel territorio di Treviglio venivano scaricate in corpo idrico superficiale.

La ricarica artificiale della falda freatica avveniva mediante prati marcioi sospesi (unicamente durante il periodo irriguo) che avevano lo scopo di ricostituire il bilancio idrogeologico dello spurgo e di realizzare uno sbarramento con rallentamento delle velocità di deflusso verso sud, apportando alla falda freatica una risorsa idrica di buona qualità.

Fino al 2005, in località Cascina Berlona a Treviglio, è stato inoltre attivo un pozzo di sbarramento che aveva lo scopo di intercettare il plume di inquinamento in propagazione verso sud, scaricando le acque emunte nella Roggia Visconti Brembilla, con una portata pari a 100 l/s.

A partire dal 2009 un nuovo rilevante episodio di contaminazione delle acque sotterranee ha interessato e interessa tuttora direttamente il Comune di Ciserano, in quanto è stata rilevata la presenza di Cromo esavalente nella falda derivante da attività industriali operanti a nord del territorio comunale.

I cinque comuni maggiormente coinvolti dal problema sono quelli di Ciserano, Arcene, Verdellino, Castel Rozzone e Treviglio.

I monitoraggi di ARPA hanno evidenziato nel tempo l'aumento dei livelli di concentrazione del cromo esavalente, con picchi che hanno raggiunto, nell'autunno 2009, punte di 620 µg/l e 364 µg/l, ben al di sopra dei 5 µg/l e dei 50 µg/l, che corrispondono al limite massimo previsto dalla legge, rispettivamente per la falda idrica e per l'acqua potabile.

Il progetto preliminare di bonifica del dicembre 2009 prevedeva di realizzare a sud della strada provinciale Francesca dei pozzi di sbarramento con il compito di prelevare l'acqua della falda, depurarla e poi riversarla nei corsi d'acqua di superficie oppure nella rete fognaria

Nel 2010 l'Agenzia Regionale per l'Ambiente (Arpa) ha evidenziato come prima responsabile della nuova contaminazione la ditta «Cromoplastica International» di Verdellino.

Il cromo ha contaminato diversi pozzi idrici privati per uso potabile, agricolo, produttivo caseario e zootecnico, che sono stati chiusi.

Il Comune di Ciserano ha quindi utilizzato i soldi stanziati dalla Regione Lombardia per la realizzazione del campo prova a est dei binari della linea ferroviaria Bergamo-Treviglio, vicino al sottopasso ferroviario in via Solferino, e anche di parte degli otto piezometri che il progetto di bonifica prevedeva di installare sul suo territorio.

I controlli compiuti dall'Arpa di Bergamo tra giugno e agosto del 2011 hanno evidenziato che sono presenti nuovi focolai di inquinamento a sud di quello già individuato. Una delle fonti dell'inquinamento è risultata essere una ditta della zona che svolge lavorazioni galvaniche. La ditta in questione è la «Nuova Igb» di Verdellino, specializzata nella cromatura di materie plastiche.

Nel novembre 2011 una conferenza dei servizi alla quale hanno partecipato Arpa, Asl, Provincia e Regione ha dato il via libera al progetto di una barriera idraulica prevista a Ciserano in via Solferino. Tale barriera dovrà impedire che il Cromo VI dalla zona industriale di Zingonia continui a defluire verso il trevigliese. Il pozzo e due dei piezometri attraverso i quali verrà aspirata l'acqua sono già stati installati.

L'acqua inquinata dal Cromo esavalente verrà aspirata dalla falda acquifera mediante pompe, ripulita (se la concentrazione del metallo è inferiore a 150 microgrammi per litro) e scaricata nella vicina Roggia Brembilla.

L'avvio ufficiale dei lavori per la realizzazione della nuova barriera anticromo esavalente è stato giovedì 22 dicembre 2011, come previsto dall'appalto affidato dal Comune di Ciserano alla ditta «Riccoboni» di Parma.

Un ulteriore episodio di degrado della falda si è verificato in passato per la contaminazione da atrazina che, nel maggio 1986, ha costituito un'emergenza di rilievo che ha coinvolto ampia parte della pianura bergamasca, inquinando le fonti di approvvigionamento dell'acqua potabile. L'atrazina è stata riscontrata con concentrazioni superiori a 0,01 ppb (superiori ai limiti fissati dal D.P.C.M. 8/2/1985) nelle acque destinate ad uso potabile di 51 comuni della bergamasca coinvolgendo una popolazione complessiva di 250.000 abitanti ed interessando 94 pozzi pubblici sul totale dei 221 pozzi analizzati.

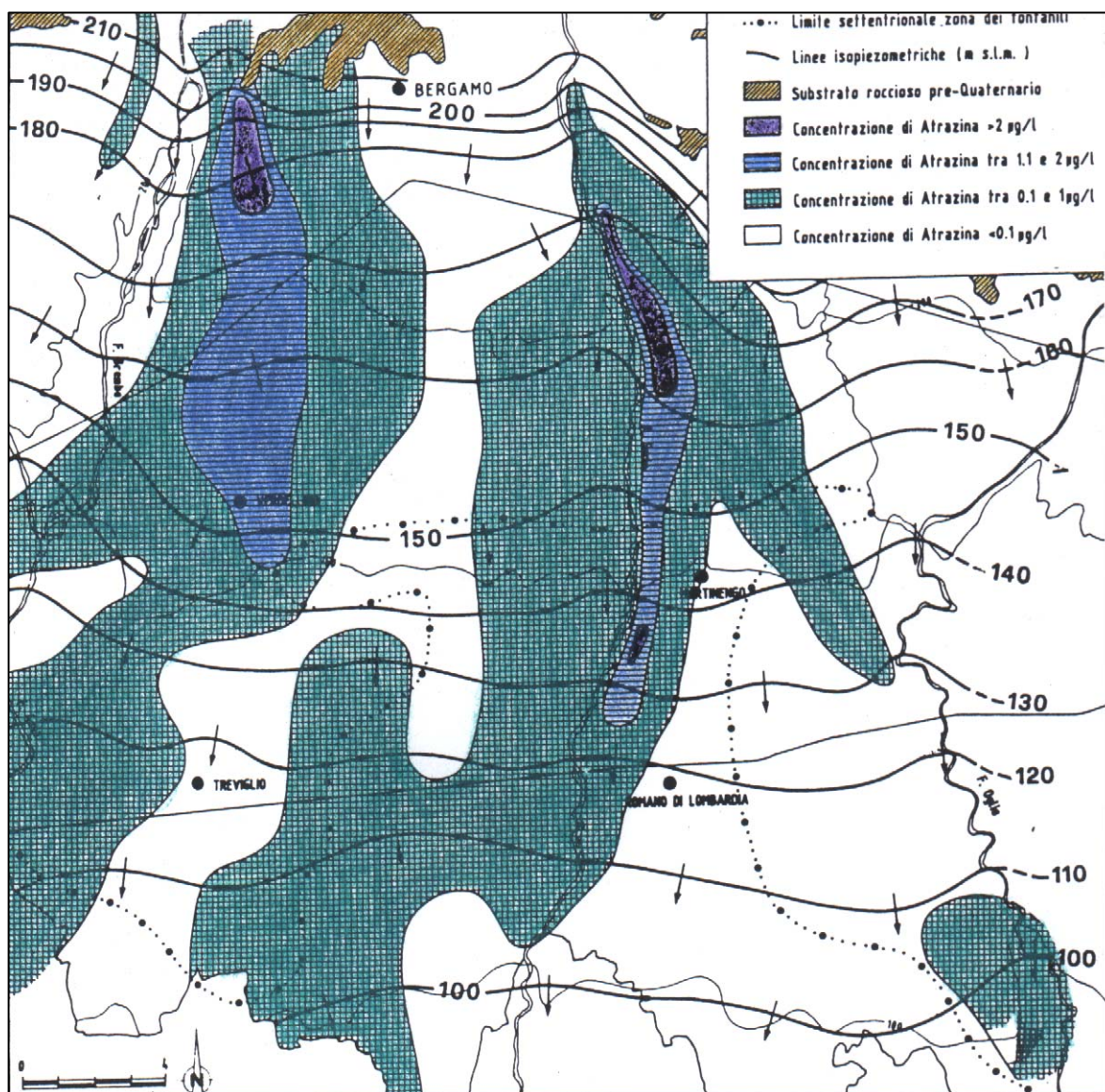
Le indagini eseguite dallo Studio Idrogeotecnico di Milano nel 1987 hanno evidenziato che l'inquinamento da atrazina si dispone in due grandi fasce orientate in direzione N-S delle quali quella occidentale presenta le maggiori concentrazioni lungo la direttrice Dalmine-Levate-Castel Rozzone-Caravaggio. I pozzi realizzati nell'ambito del Programma "Emergenza atrazina" e le stratigrafie disponibili hanno individuato, nel sottosuolo dei comuni di Osio Sotto e Verdellino, una struttura protetta dall'inquinamento localizzata ad elevata profondità (oltre i 200 m).

Ad Arcene la contaminazione è stata rilevata fino ad una profondità di circa 63 metri; tra i 72 e i 78 metri la concentrazione di atrazina era pari a 0,02 ppb. Per gran parte del territorio di Ciserano la concentrazione nell'acquifero superficiale è risultata compresa tra 0,1 e 1 µg/l.

La fase critica dell'inquinamento da atrazina è stata affrontata, durante l'emergenza, con il rifornimento di acqua potabile ai comuni interessati mediante autobotti. Successivamente, valutate le caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo ed individuate le aree più idonee, si è proceduto alla trivellazione di nuovi pozzi profondi.

Di seguito si riporta lo stralcio mappa, estratto dallo studio di G.P. Beretta (1989) sulla distribuzione dell'atrazina nelle acque sotterranee della Provincia di Bergamo.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO



Inquinamento da atrazina nelle acque sotterranee della pianura bergamasca (G.P. Beretta: *Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee* – Pitagora Editrice Bologna).

10 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO

10.1 Articolazione del lavoro

Le procedure che sono state applicate al territorio di Ciserano fanno riferimento alla normativa regionale e in particolare all'Allegato 5 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12" - ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO IN LOMBARDIA FINALIZZATE ALLA DEFINIZIONE DELL'ASPETTO SISMICO NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO, così come aggiornato dalla D.G.R. 28 maggio 2008 - n. 8/7374 e quindi dalla Deliberazione della Giunta Regionale della Lombardia 30 novembre 2011 - n. IX/2616.

Tale metodologia sostituisce quella di analisi riportata nello studio dal titolo "Determinazione del rischio sismico in Lombardia - 1996", inserito come uno dei testi di riferimento nelle precedenti direttive regionali per la redazione dello studio geologico a supporto dei piani regolatori generali, in attuazione dell'art. 3 della L.R. 41/1997, approvate con D.G.R. 29 ottobre 2001, n. 7/6645.

Il campo di applicazione di tali linee guida è limitato ad alcune litologie presenti nel territorio regionale; le procedure riportate sono organizzate con una struttura modulare che si presta ad una continua e graduale implementazione ed aggiornamento.

La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente.

Il primo livello, obbligatorio in fase pianificatoria per tutti i Comuni, consiste nel riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti.

Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 in cui sono stati individuati scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da possibili amplificazioni topografiche, litologiche e geometriche (Z3 e Z4) anche il secondo livello è obbligatorio in fase pianificatoria, in particolare nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al D.D.U.O. n. 19904 del 21 novembre 2003.

Il terzo livello è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia in caso di costruzione di edifici strategici e rilevanti in zone in cui sono stati individuati scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

10.2 Analisi di 1° livello

L'analisi di 1° livello 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 nell'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 e che sono oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.).

Lo studio attuato è consistito nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento e nella redazione di un apposito tematismo relativo alla pericolosità sismica locale, derivato dalle precedenti carte di base e rappresentato sulla Carta geologica, che consiste nella perimetrazione areale dell'unica situazione tipo riscontrata per il territorio di Ciserano (Tabella 1) in grado di determinare gli effetti sismici locali. La tabella è conforme nelle sigle e nella numerazione a quella individuata dalla normativa

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

di settore; sono state pertanto derubricate le zone non riscontrate nel territorio in studio.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche

Tabella 1 - Scenario di pericolosità sismica locale individuato per il territorio di Ciserano.

L'individuazione dello scenario rappresentato sulla Carta geologica e della pericolosità sismica locale rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento.

Nel Comune di Ciserano, lo scenario Z4a riguarda l'intero territorio comunale in quanto come fondovalle si intende quello che costituisce la Pianura Padana.

Considerate le caratteristiche delle unità litostratigrafiche descritte nei precedenti capitoli e soprattutto la zona sismica di appartenenza del Comune di Ciserano, in base alla quale non sono prevedibili eventi sismici di magnitudo considerevole, in linea generale si esclude invece la possibilità di fenomeni di liquefazione dei terreni presenti nel territorio comunale.

La Carta della pericolosità sismica locale permette anche l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari (Tabella 2):

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	Classe di PERICOLOSITA' SISMICA
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – livello di approfondimento 2°

Tabella 2 – Classi di pericolosità per lo scenario di pericolosità sismica locale individuato.

10.3 Analisi di 2° livello – Effetti litologici

Sulla base dei dati disponibili, comprendenti quelli reperiti da osservazioni e da numerose indagini dirette quali perforazioni per lo scavo di pozzi e sondaggi geognostici, è stato possibile delineare l'assetto geologico rappresentativo dello scenario inerente l'area in esame. Per la descrizione delle unità stratigrafiche e delle loro caratteristiche geotecniche si rimanda ai capitoli precedenti.

La scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di Vs, utilizzati nella procedura di 2° livello per il Comune di Ciserano, si ritiene corrisponda ad una VALUTAZIONE DI GRADO MEDIO-ALTO DI ATTENDIBILITÀ. Di seguito, come prescritto dalla normativa di settore, si rappresenta schematicamente ciascun parametro utilizzato per l'analisi con la relativa assegnazione del grado di giudizio di attendibilità.

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

Tabella 3– Livelli di attendibilità (in grassetto = Comune di Ciserano) valutati per la stima del rischio sismico e delle amplificazioni di sito.

La scelta dell'ubicazione dei punti di misura geofisica è stata stabilita in accordo con l'Amministrazione comunale.

L'individuazione specifica e puntuale derivata da osservazioni dirette risulta estrapolabile in modo significativo anche per territori adiacenti, seppure l'eterogeneità degli spessori dei depositi superficiali, desunta anche dai risultati dell'indagine geofisica, implica la necessità, in accordo con la normativa di settore, di definirne la variabilità laterale e verticale e di ricostruire dettagliatamente la distribuzione geometrica delle diverse unità geotecniche in fase progettuale edificatoria. Tale obiettivo esula infatti dallo scopo della presente ricerca.

10.3.1 Indagine di sismica passiva ai fini della microzonazione sismica comunale

L'indagine è avvenuta con misura diretta dei parametri geofisici per la definizione del profilo delle onde di taglio orizzontali attraverso la tecnica della misura dei Microtremori Sismici Ambientali [ReMi – Refraction Microtremor] e dell'Analisi Multicanale di Onde di Superficie [MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves].

Essa è stata strutturata attraverso l'acquisizione dei dati di campagna in fasi di misura, al fine di esplorare il sottosuolo attraverso un insieme di misure statisticamente significative.

Oggetto della tecnica ReMi è la misura del rumore sismico ambientale, che è presente ovunque sulla superficie terrestre e che è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino (10^{-15} [m/s²]² in termini di accelerazione).

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

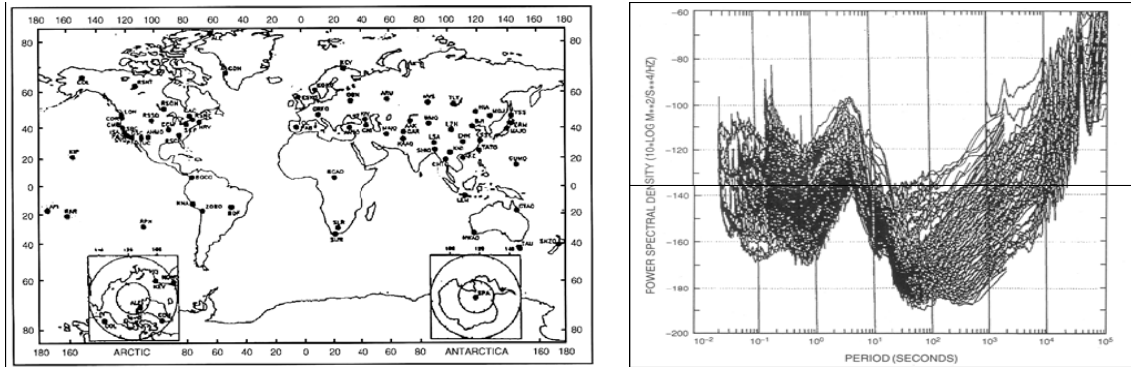


Figura A – Potenze spettrali di accelerazione della componente verticale dei microtremori (a destra) registrate in 75 osservatori sismici distribuiti su tutto il globo terrestre (Peterson, 1993).

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso e pianeggiante presenta l'andamento illustrato in Figura B, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento secondo il servizio geologico statunitense (USGS) mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0,14 e 0,07 Hz sono comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche.

Tali componenti spettrali vengono attenuate pochissimo anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda (vd. glossario).

A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie o anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

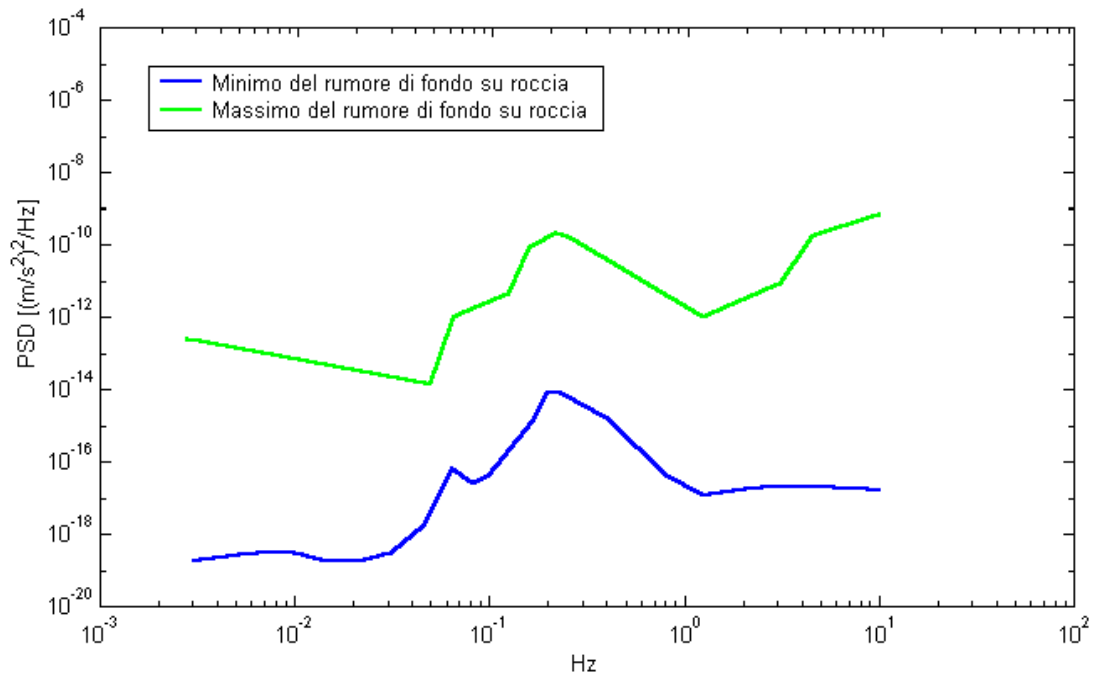


Figura B - Modelli standard del rumore sismico ambientale: massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

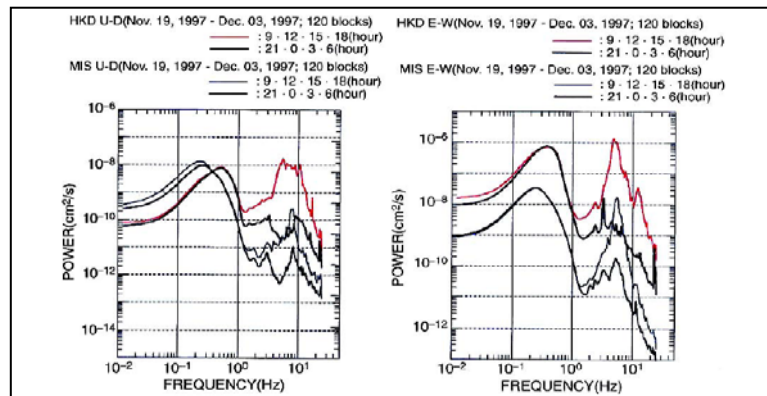


Figura C – Medie diurne e medie notturne degli spettri di potenza delle componenti verticale (U-D) e orizzontale (E-W) dei microtremori registrati nel periodo di 15 giorni, dal 19 novembre al 3 dicembre 1997, in due stazioni sismiche [HKD] e [MIS] di Sapporo (da Okada, 2003).

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di *contrasto di impedenza*. Per *strato* si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

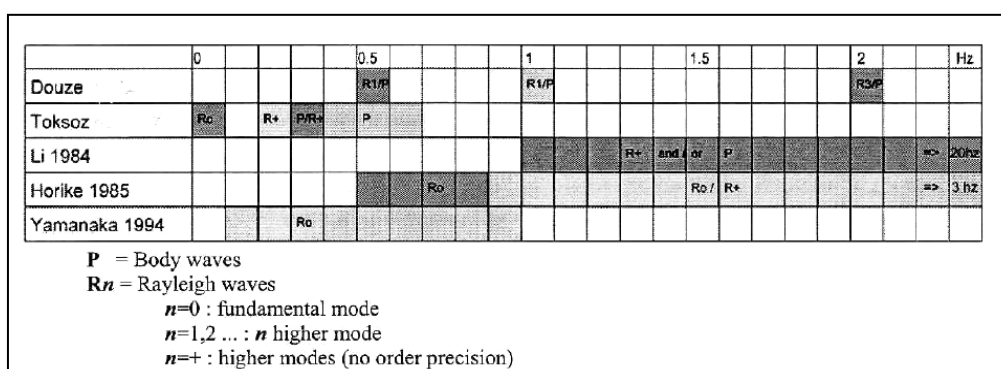


Figura D – Origine della natura del campo d'onda secondo vari Autori (Sesame WP8, 2004).

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le misure di microtremore ambientale sono state effettuate con un sismografo digitale impostato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento è dotato di sensori elettrodinamici (velocimetri). I dati di rumore sono preamplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti.

L'analisi strumentale è stata realizzata predisponendo il dispositivo di misura direttamente in corrispondenza delle aree investigate. Per la misura dei microtremori è stato predisposto un array (profilo in microtremore sismico) che è stato acquisito in modalità digitale, collegato a geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz. Le acquisizioni sono state condotte per parecchi minuti.

Tutte le misure sono state realizzate in condizioni ambientali idonee.

DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE DELLE ONDE RAYLEIGH

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva consentono di valutare si basa sul concetto di contrasto di *impedenza* esistente nella successione delle unità "fisiche" stratigrafiche costituite dai depositi naturali del sottosuolo. Per *strato* si intende cioè un'unità distinta, da quelle sopra e sottostanti, da un contrasto di *impedenza*; ossia la distinzione avviene per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso. Le componenti verticali naturali [REMI] e indotte artificialmente dalla superficie [MASW] del moto del suolo registrate vengono elaborate attraverso una serie di procedure che consentono di ottenere la curva di dispersione delle *onde di Rayleigh* (relazione tra la velocità di propagazione e le frequenze).

In particolare, nell'analisi tipo REMI (*REFRACTION MICROTREMOR*, Louie, 2001) le tracce vengono segmentate in finestre temporali nel dominio frequenza-velocità di fase (*trasformata ω -V*, o *slant-stack*, *trasformata di Fourier*) al fine di discriminare l'energia associata alle *onde di Rayleigh*, secondo il metodo *Refraction Microtremor*. Viene analizzato l'esito dell'elaborazione in ciascuna finestra e vengono quindi selezionate quelle informative.

Per ciascun sito di misura, il risultato dell'analisi tipo ReMi, ottenuto dalla media delle analisi delle finestre selezionate, ha consentito quindi di ottenere un grafico che rappresenta il contenuto energetico delle onde di Rayleigh presenti nel rumore sismico ambientale, in funzione della frequenza e della velocità di fase di propagazione dell'onda.

La curva di dispersione sperimentale usata per l'inversione è stata scelta integrando le informazioni ottenute da entrambi i metodi.

STIMA DEL PROFILO DELLE VS

La curva di dispersione delle onde di Rayleigh è strettamente correlata al profilo di velocità delle onde di taglio. Poiché inoltre $0,87 < V_R / V_S < 0,96$ (cfr. es. Aki e Richards, 1980), al fine di ottenere l'andamento delle V_S con la

profondità, la curva di dispersione sperimentale viene analizzata con una procedura di inversione. La frequenza minima cui la curva di dispersione risulta riconoscibile vincola la profondità d'indagine.

Secondo la letteratura scientifica, in relazione alla strumentazione utilizzata di ottimo livello tecnologico ed ai parametri ambientali variabili che ne influenzano la risoluzione, si stima generalmente una tolleranza nella valutazione della velocità delle velocità V_s pari a circa il 5% nei primi strati del sottosuolo; fino a circa il 15% per gli strati più profondi.

La procedura richiede che il microtremore sismico sia relativamente omogeneo intorno ai siti di misura, che il modello di sottosuolo sia assimilabile al caso di strati piani e paralleli e che alla base del modello sia posto un semispazio a spessore infinito.

Là dove i requisiti non siano strettamente soddisfatti, i risultati forniti dall'array vanno interpretati come valori medi nell'intorno investigato.

Si fa notare che ai fini di questi modelli le V_p e la densità ρ dei mezzi sono quasi ininfluenti.

Per ciascun sito, nelle pagine che seguono si riporta il profilo di velocità delle onde S associato alla curva sperimentale di dispersione energetica.

Nelle tabelle sono riportati i valori del miglior modello di *adattamento* interpretato dall'inversione dei dati. Il computo del parametro V_{s30} , secondo le *Norme Tecniche per le Costruzioni* (D.M.14/01/2008), è calcolato utilizzando la formula:

$$V_{s30} = 30 / \sum \frac{h_i}{V_{si}}$$

in cui h_i e V_{si} sono spessori e velocità dei singoli strati.

10.3.2 Località di indagine di sismica passiva nel Comune di Ciserano

I punti di misura delle indagini sono stati scelti in modo sistematico sul territorio, distribuiti specie in quello urbanizzato e urbanizzabile, tarandoli con

stratigrafie note nelle vicinanze dei siti di misura. Le quattro località di misura scelte risultano significative e con risultati estrapolabili alle condizioni geologiche dell'intero territorio di Ciserano. La loro ubicazione è riportata sulla Tavola 1.

L'indagine di sismica passiva a supporto della microzonazione sismica comunale ha consentito la determinazione dei seguenti parametri:

- 1) definizione della stratigrafia sismica;
- 2) individuazione delle frequenze di risonanza e del periodo proprio del sito;
- 3) definizione del profilo di velocità delle onde sismiche di taglio (V_s).

AREA D'INDAGINE 1

PROFILO STRATIGRAFICO DELLE ONDE ORIZZONTALI V_{S30m}

Area 1 – [$V_{S30\text{ m}}$]		
Onde di taglio orizzontali V_s [m/s]	Profondità [m]	Spessore strati [m]
232.0	-2.55	2.55
317.7	-3.60	1.05
352.5	-5.85	2.25
475.7	-15.75	9.90
521.2	-20.85	5.10
540.0	-24.15	3.30
598.9	-30.00	5.85

$V_{S30\text{ m}} = 446,8\text{ m/s}$

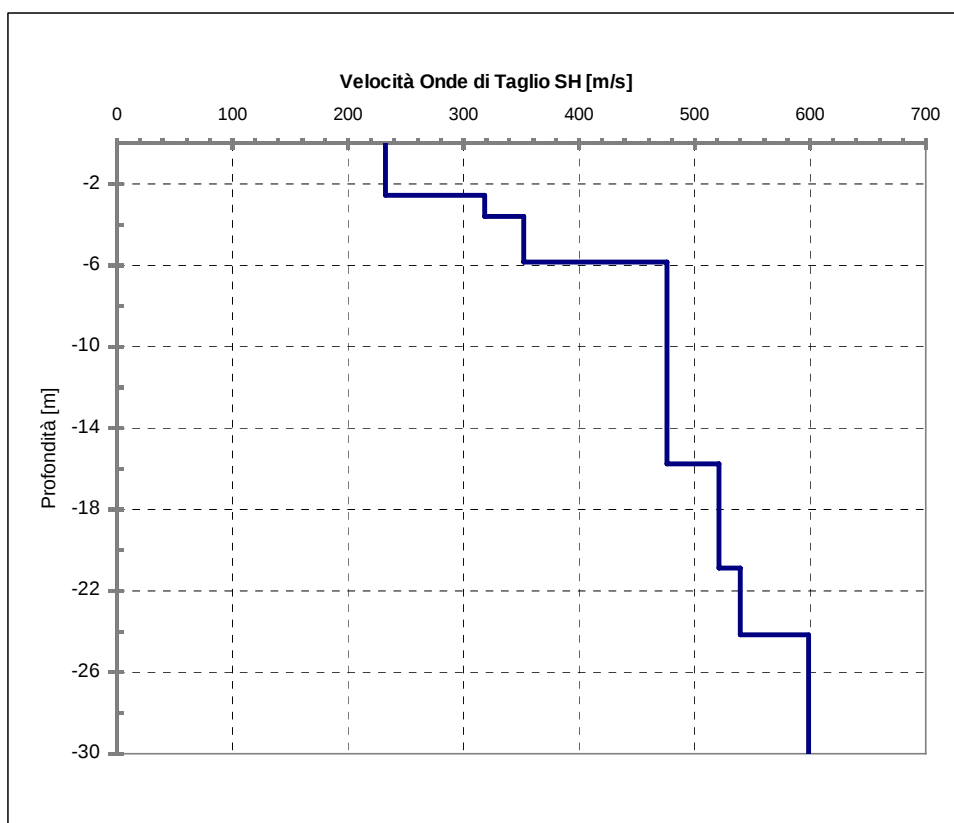


Tabella 4 - AREA D'INDAGINE 1 - CISERANO. Profilo di velocità V_s 30 m delle onde di taglio orizzontali.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

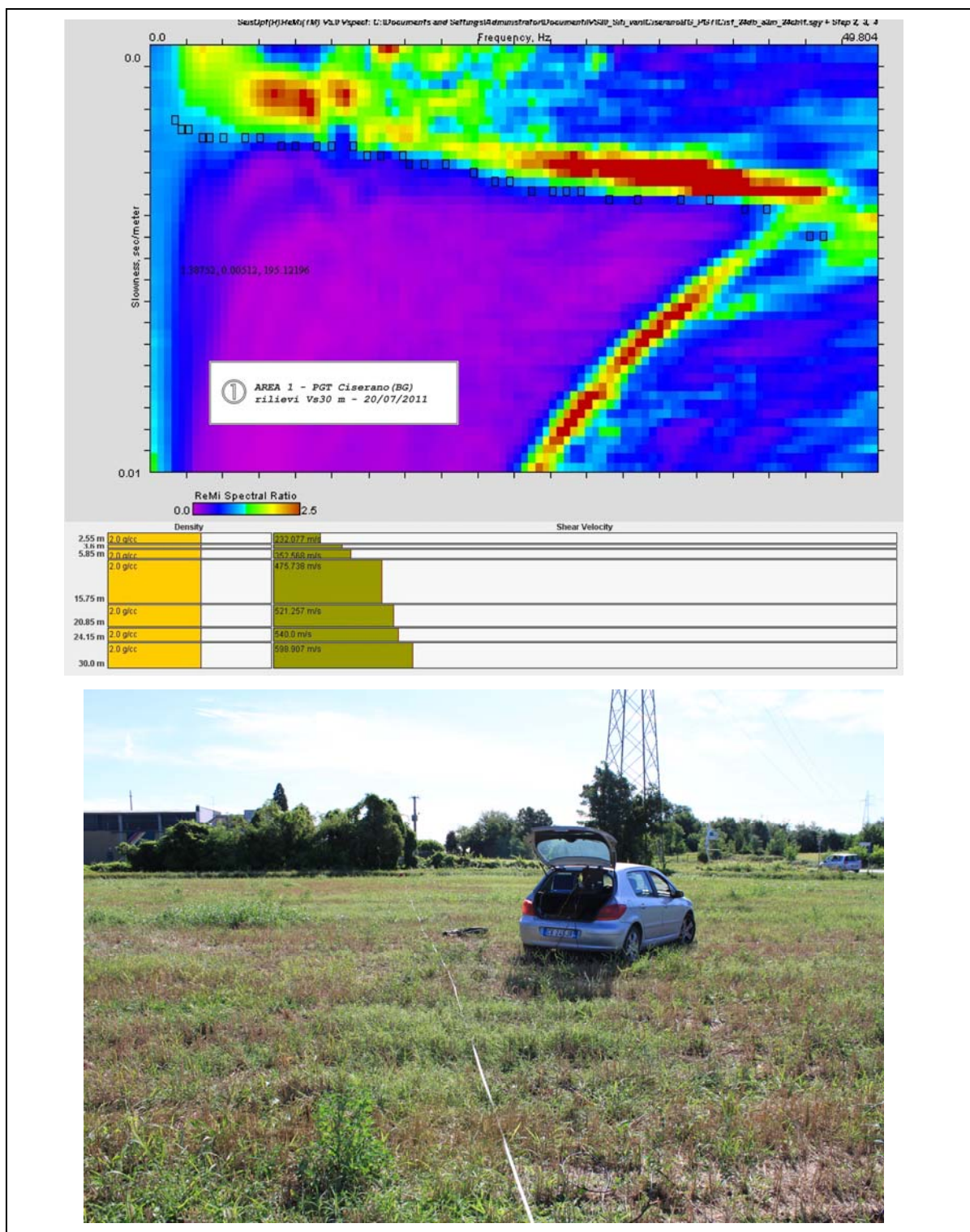


Figura 1 - AREA D'INDAGINE 1 - CISERANO. Dispersione della velocità di fase delle *onde di Rayleigh*.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

L'interpretazione delle misure geofisiche realizzate nell'area consente di definire le caratteristiche litologiche fisiche di rigidità dei depositi naturali compatibili con la seguente Categoria di suolo.

B. Sabbie e ghiaie molto addensate, argille (Nspt >50 o cu >250 kPa): V_{s30} 360-800 m/s

Le misure effettuate hanno inoltre consentito di procedere alla valutazione analitica del *Periodo di risonanza del sito* T , il cui valore viene di seguito riportato.

n.	Colonna stratigrafica	Periodo proprio deposito T_0 [s]	Frequenza risonanza $F_0 = (1/T)$ [Hz]
AREA 1	Bedrock ($V_s > 800$ m/s) = 96,2 m Bedrock individuato da inversione Analisi spettro <i>Louie, 2001</i> V_s 96,2 m = 539,9 T (s) = $4H/V_s = 4 \times 96,2 / 539,9 =$	0,71	1,40

AREA D'INDAGINE 2

PROFILO STRATIGRAFICO DELLE ONDE ORIZZONTALI V_{s30m}

Area 2 – [V_{s30} m]		
Onde di taglio orizzontali V_s [m/s]	Profondità [m]	Spessore strati [m]
157.10	-1.95	1.95
186.56	-3.90	1.95
502.51	-6.45	2.55
526.61	-11.68	5.23
548.03	-17.95	6.27
566.78	-26.82	8.87
589.15	-30.00	3.18

$$V_{s30\text{ m}} = 426,4 \text{ m/s}$$

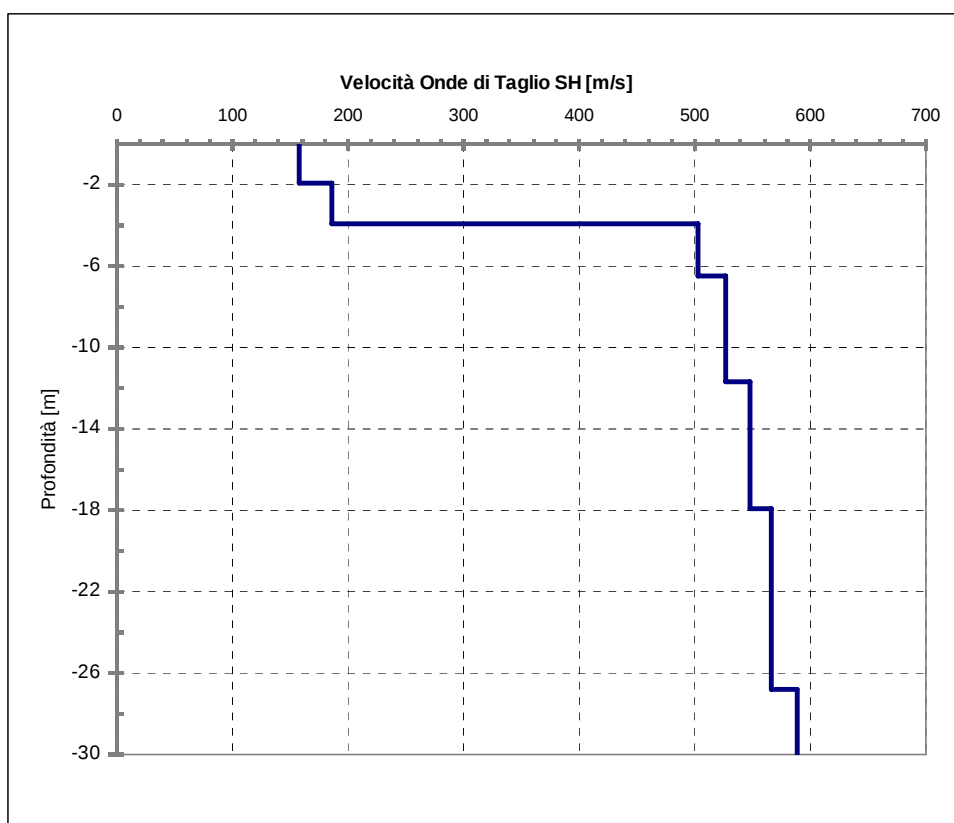


Tabella 5 - AREA D'INDAGINE 2 - CISERANO. Profilo di velocità V_s 30 m delle onde di taglio orizzontali.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

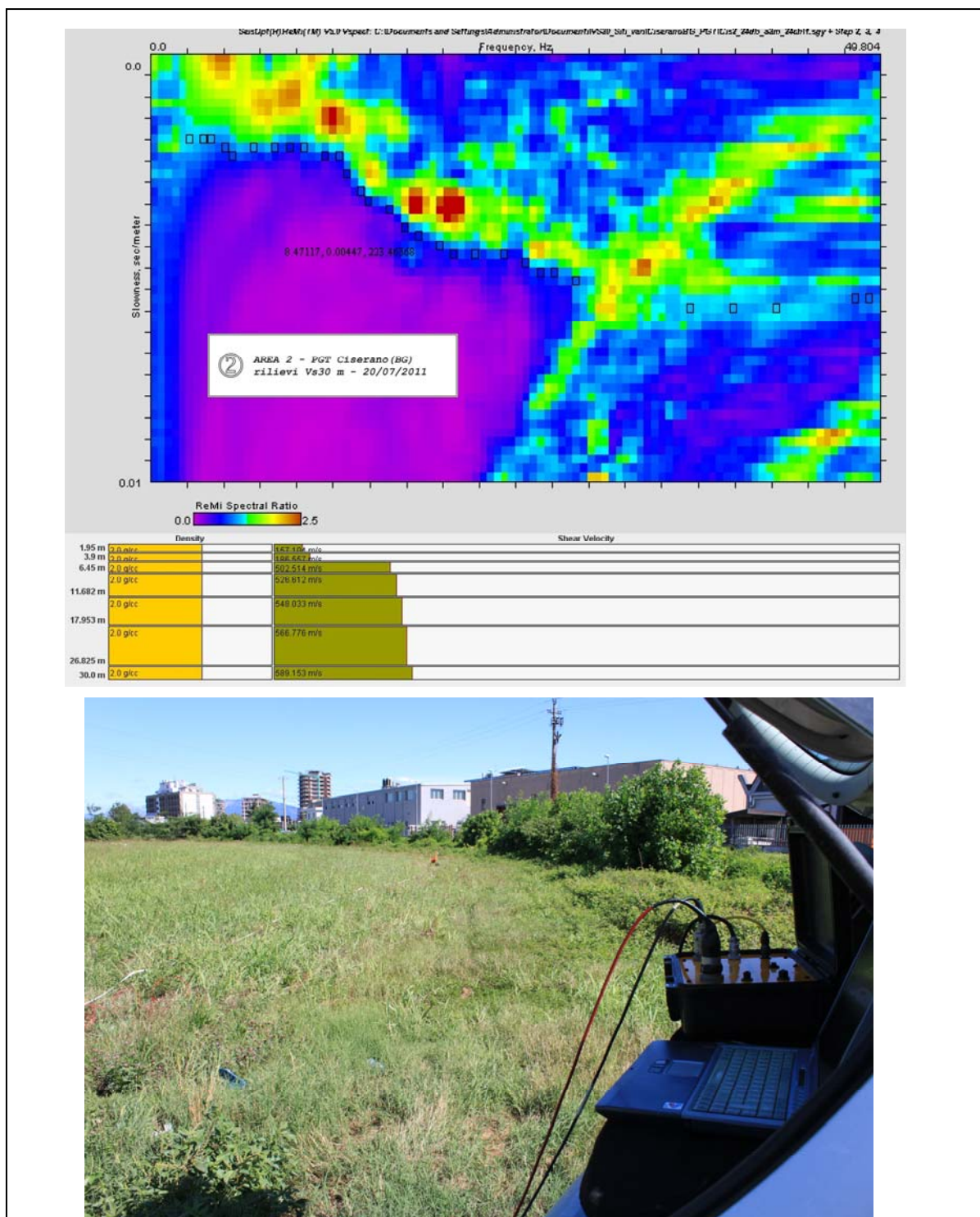


Figura 2 - AREA D'INDAGINE 2 - CISERANO. Dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

L'interpretazione delle misure geofisiche realizzate nell'area consente di definire le caratteristiche litologiche fisiche di rigidità dei depositi naturali compatibili con la seguente Categoria di suolo.

B. Sabbie e ghiaie molto addensate, argille (Nspt >50 o cu >250 kPa): V_{s30} 360-800 m/s

Le misure effettuate hanno inoltre consentito di procedere alla valutazione analitica del *Periodo di risonanza del sito* T , il cui valore viene di seguito riportato.

n.	Colonna stratigrafica	Periodo proprio deposito T_0 [s]	Frequenza risonanza $F_0 = (1/T)$ [Hz]
AREA 2	Bedrock ($V_s > 800$ m/s) = 67,5 m Bedrock individuato da inversione Analisi spettro <i>Louie, 2001</i> V_s 51,6 m = 503,7 T (s) = $4H/V_s = 4 \times 67,5 / 503,7 =$	0,53	1,86

AREA D'INDAGINE 3

PROFILO STRATIGRAFICO DELLE ONDE ORIZZONTALI V_{s30m}

Area 3 – [V_{s30} m]		
Onde di taglio orizzontali V_s [m/s]	Profondità [m]	Spessore strati [m]
224.04	-4.80	4.80
285.63	-7.65	2.85
521.26	-10.50	2.85
542.68	-15.82	5.32
548.03	-18.10	2.28
572.13	-26.57	8.47
580.16	-30.00	3.43

$$V_{s30\text{ m}} = 419,3 \text{ m/s}$$

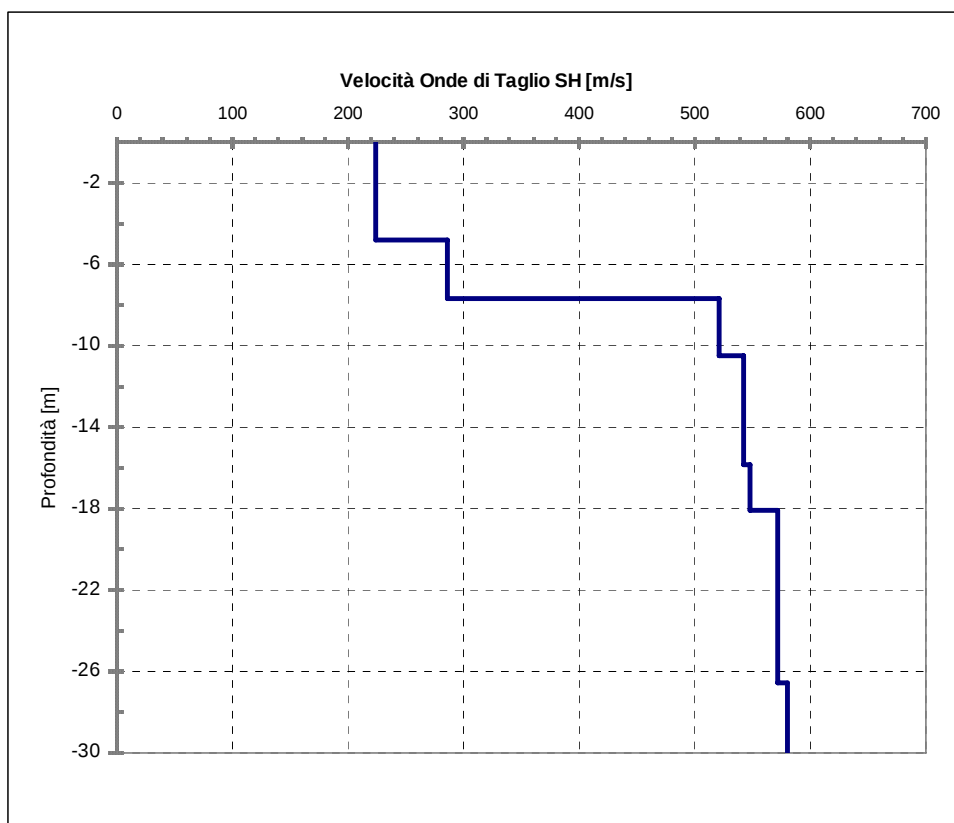


Tabella 6 - AREA D'INDAGINE 3 - CISERANO. Profilo di velocità V_s 30 m delle onde di taglio orizzontali.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

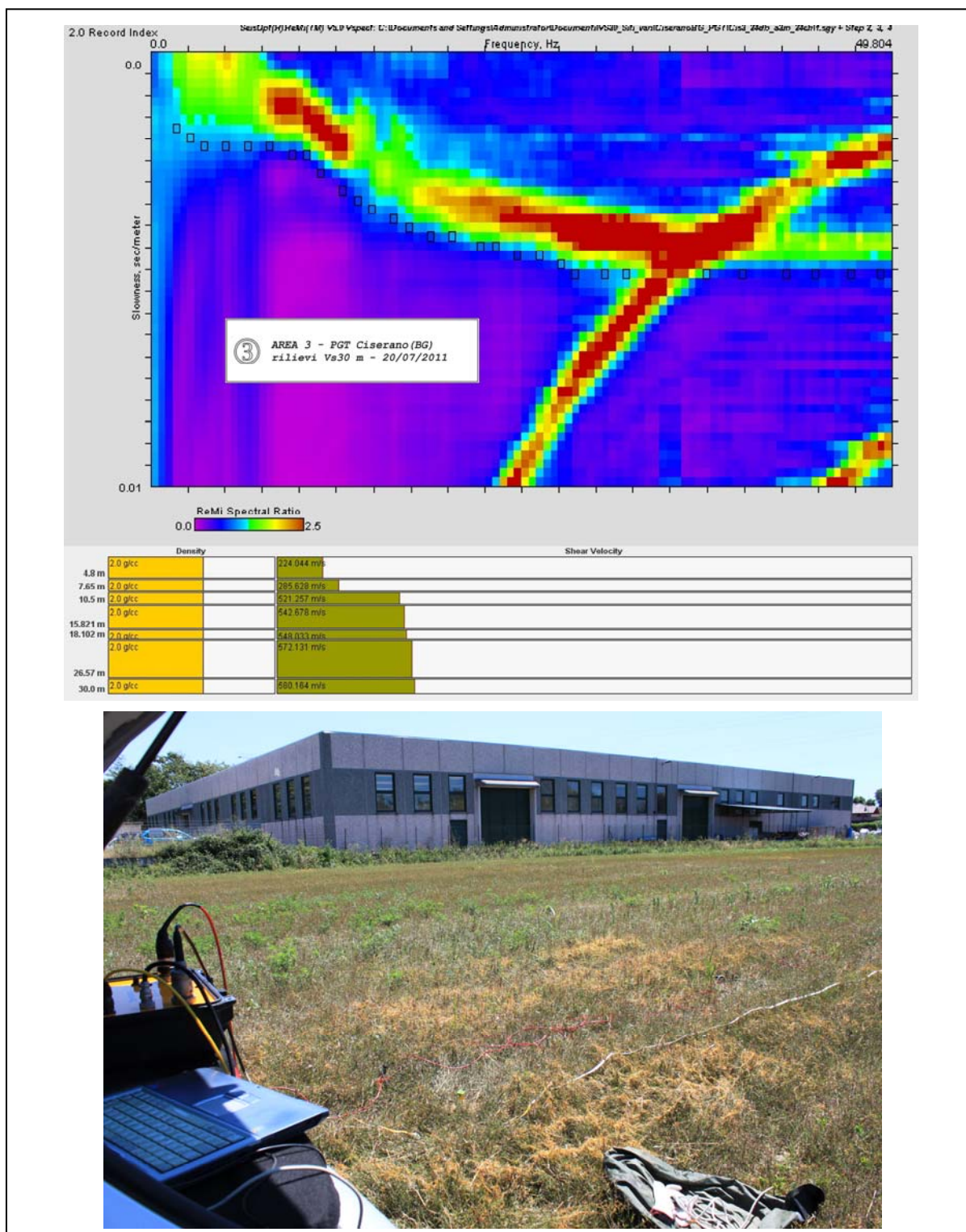


Figura 3 - AREA D'INDAGINE 3 - CISERANO. Dispersione della velocità di fase delle *onde di Rayleigh*.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

L'interpretazione delle misure geofisiche realizzate nell'area consente di definire le caratteristiche litologiche fisiche di rigidità dei depositi naturali compatibili con la seguente Categoria di suolo.

B. Sabbie e ghiaie molto addensate, argille
(Nspt >50 o cu >250 kPa): V_{s30} 360-800 m/s

Le misure effettuate hanno inoltre consentito di procedere alla valutazione analitica del *Periodo di risonanza del sito* T , il cui valore viene di seguito riportato.

n.	Colonna stratigrafica	Periodo proprio deposito T_0 [s]	Frequenza risonanza $F_0 = (1/T)$ [Hz]
AREA 3	Bedrock ($V_s > 800$ m/s) = 76,8 m Bedrock individuato da inversione Analisi spettro <i>Louie, 2001</i> V_s 47,3 m = 504,59 T (s) = $4H/V_s = 4 \times 76,8 / 504,59 =$	0,60	1,64

AREA D'INDAGINE 4

PROFILO STRATIGRAFICO DELLE ONDE ORIZZONTALI V_{s30m}

Area 4 – [V_{s30} m]		
Onde di taglio orizzontali V_s [m/s]	Profondità [m]	Spessore strati [m]
154.43	-2.85	2.85
553.39	-6.00	3.15
580.16	-10.65	4.65
604.26	-15.09	4.44
620.33	-18.45	3.36
633.72	-23.36	4.91
636.39	-30.00	6.64

$V_{s30\text{ m}} = 475,4\text{ m/s}$

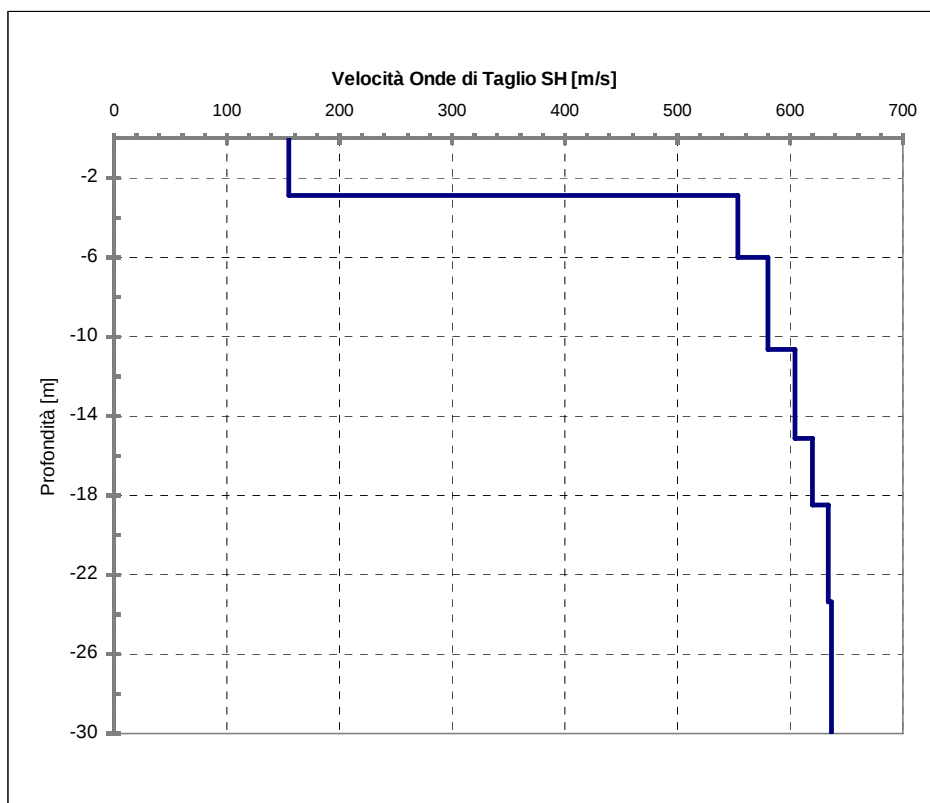


Tabella 7 - AREA D'INDAGINE 4 - CISERANO. Profilo di velocità V_s 30 m delle onde di taglio orizzontali.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

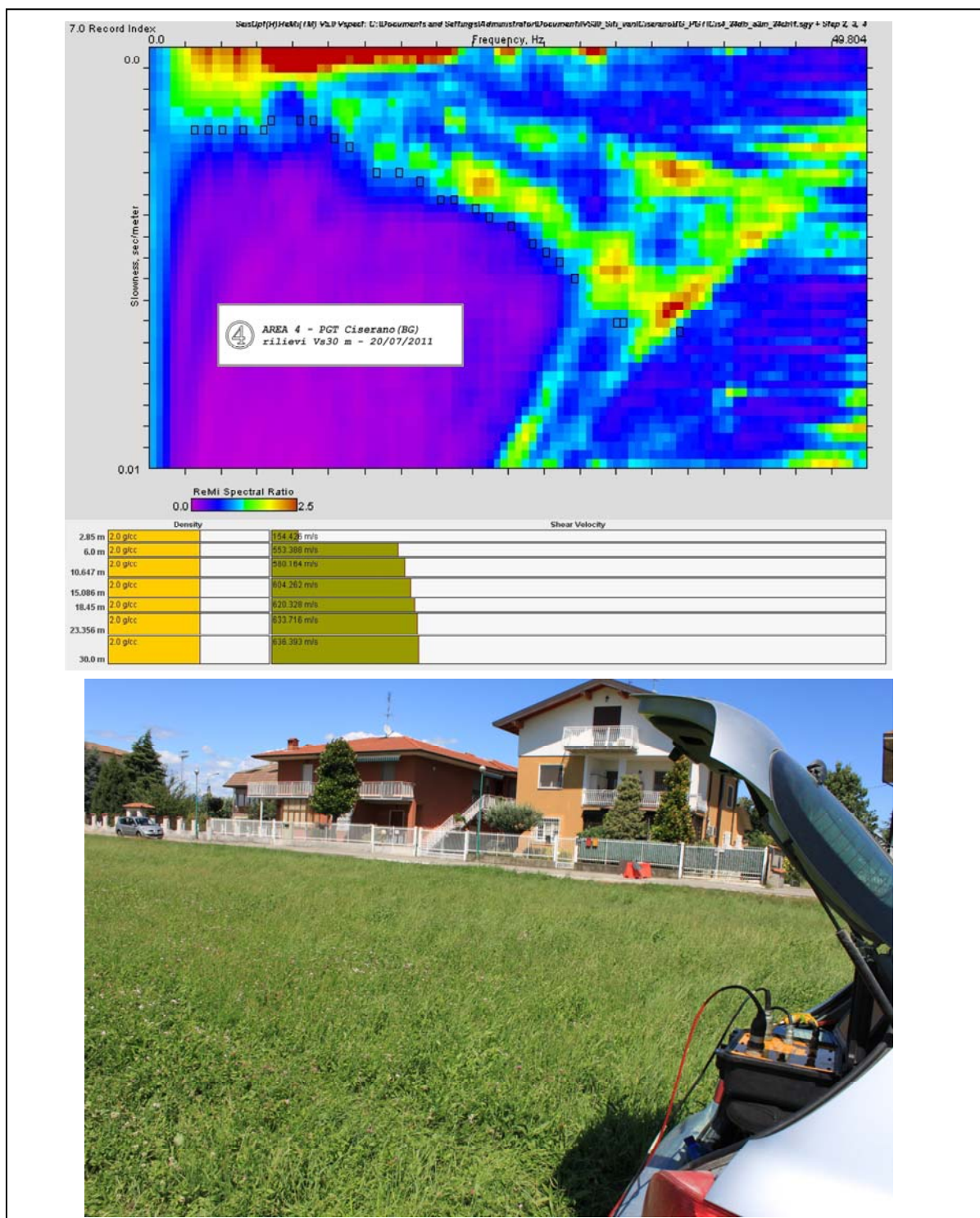


Figura 4 - AREA D'INDAGINE 4 - CISERANO. Dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh.

L'interpretazione delle misure geofisiche realizzate nell'area consente di definire le caratteristiche litologiche fisiche di rigidità dei depositi naturali compatibili con la seguente Categoria di suolo.

B. Sabbie e ghiaie molto addensate, argille
($N_{spt} > 50$ o $c_u > 250$ kPa): V_{s30} 360-800 m/s

Le misure effettuate hanno inoltre consentito di procedere alla valutazione analitica del *Periodo di risonanza del sito* T , il cui valore viene di seguito riportato.

n.	Colonna stratigrafica	Periodo proprio deposito T_0 [s]	Frequenza risonanza $F_0 = (1/T)$ [Hz]
AREA 4	Bedrock ($V_s > 800$ m/s) = 73,0 m Bedrock individuato da inversione Analisi spettro <i>Louie, 2001</i> V_s 48 m = 359,82 T (s) = $4H/V_s = 4 \times 73,0 / 558,66 =$	0,52	1,91

10.3.3 Verifica degli effetti di sito in relazione all'amplificazione sismica

Sulla base dei parametri sismici misurati direttamente sono state individuate le litologie prevalenti che si trovano correlate ai parametri indicativi presenti nelle schede di valutazione della L.R. 12/2005, ALLEGATO 5. Per la valutazione dei fattori di amplificazione F_a generati e dipendenti dal sottosuolo di ciascun sito è stata scelta, pertanto, la scheda LITOLOGIA GHIAIOSA.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Colonna stratigrafica	Periodo proprio deposito T (s)	Stima $Fa_{0.1-0.5}$	Stima $Fa_{0.5-1.5}$	VERIFICA $Fa_{0.1-0.5}$ Valore soglia = 1,5	VERIFICA $Fa_{0.5-1.5}$ Valore soglia = 1,7
AREA 1	0,71	1,4	1,2	$1,4 \leq 1,5$ VERIFICATO	$1,2 \leq 1,7$ VERIFICATO
AREA 2	0,53	1,5	1,2	$1,5 \leq 1,5$ VERIFICATO	$1,2 \leq 1,7$ VERIFICATO
AREA 3	0,60	1,4	1,2	$1,4 \leq 1,5$ VERIFICATO	$1,2 \leq 1,7$ VERIFICATO
AREA 4	0,52	1,5	1,2	$1,5 \leq 1,5$ VERIFICATO	$1,2 \leq 1,7$ VERIFICATO

Tabella 8 – Valutazione del Fattore di amplificazione di sito Fa per il sito di misura geofisica e valutazione dell'amplificazione sismica dell' AREA 1, AREA 2, AREA 3, AREA 4.

Per ogni stratigrafia individuata è stato calcolato il periodo proprio che è in funzione delle velocità e dello spessore di ciascuno strato e verificato il valore di Fa negli intervalli 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s. E' stata valutata la curva appropriata in funzione della velocità e dello spessore del primo strato.

Dalla consultazione della banca dati soglie lomb.xls (file CAGHQ7GL nel sito www.territorio.regionelombardia.it), estratta nella tabella seguente per il Comune di Ciserano, si hanno i seguenti valori soglia relativi ai suoli di categoria B:

- per l'intervallo di periodo 0,1-0,5 s, (Suolo B) Valore soglia = 1,5;
- per l'intervallo di periodo 0,5-1,5 s, (Suolo B) Valore soglia = 1,7.

Per le tipologie di sottosuolo individuate nei siti denominati Area 1, Area 2, Area 3 e Area 4, il confronto tra il valore del Fattore di amplificazione [Fa] – interpolato sulla base dei risultati della presente ricerca nella Curva della scheda di valutazione scelta – e il valore di soglia per il tipo di suolo considerato [B], indica come la norma è generalmente in grado di tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica rilevati nell'area specifica di indagine.

10.3.4 Considerazioni conclusive sulla microzonazione sismica locale

Dalle misure effettuate nelle zone oggetto di studio è emerso che le frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo nel campo di interesse ingegneristico sono legate ai sedimenti limosi ed argilloso-ghiaiosi del primo sottosuolo. La velocità delle onde di taglio di superficie V_{s30} media, misurata per le coperture sensibili, è pari a 400-450 m/s circa.

La tipologia di suolo di fondazione risultante dalle prove geofisiche realizzate è corrispondente alla CATEGORIA DI SUOLO B (Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2008), di seguito descritta:

B. Sabbie e ghiaie molto addensate, argille ($N_{spt} > 50$ o $c_u > 250$ kPa): V_{s30} 360-800 m/s

Il confronto tra i valori di F_a ottenuti dalla valutazione di 2° livello e i valori di soglia suggeriti dalla normativa indicano come la norma è generalmente in grado, nei periodi valutati utili, di tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica rilevati nel territorio.

Sulla base dei risultati conseguiti nell'ottica della valutazione del sottosuolo dell'area in relazione ai parametri di amplificazione sismica locale (RSL Risposta Sismica Locale), così come prevista con specifico regolamento regionale, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e delle *Norme tecniche per le costruzioni* (D.M. 14/01/2008) si dovrà prevedere l'applicazione delle norme tecniche specifiche previste per la ZONA 4.

Si ritiene che in relazione alle metodologie di analisi strumentale attuate nelle località significative sottoposte a studio nel territorio comunale, tale valutazione, ai sensi della D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, sia di grado di *attendibilità* MEDIO-ALTA.

11 DESCRIZIONE DELLA CARTA DEI VINCOLI

Nella Carta dei vincoli sono state rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico.

E' stata dunque esaminata la pianificazione di bacino ai sensi della Legge 183/1989 e sono stati in particolare consultati i seguenti strumenti di pianificazione sovraordinata:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con D.P.C.M. 24 maggio 2001 (Elaborato n. 8 – Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali);
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvato con D.P.C.M. 24 luglio 1998;
- Quadro del dissesto come presente nel SIT regionale.

E' stato inoltre verificato che l'elaborato SO1 "Obiettivi prioritari di interesse regionale e sovra regionale" del Piano Territoriale Regionale non prevedesse la realizzazione sul territorio comunale di infrastrutture prioritarie per la difesa del suolo (vasche di laminazione) di cui alla Tabella "Progetti di riferimento per le previsioni di infrastrutture per la difesa del suolo".

Verificata l'assenza di vincoli di contenuto prettamente geologico derivanti da tali strumenti pianificatori, sono state cartografate le limitazioni derivanti dallo studio di dettaglio che ha riguardato il territorio comunale e che includono:

- *Vincoli di polizia idraulica* ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni. Sono state più dettagliatamente riportate le fasce di rispetto individuate nello studio finalizzato all'individuazione del reticolo idrico minore approvato. E' stato peraltro rilevato che il tracciato di brevi tratti di alcune rogge si discosta da quest'ultimo, pertanto esso è stato riportato (con la relativa fascia di rispetto) nella sua posizione reale e l'aggiornamento della situazione è stato trasmesso alla Sede territoriale regionale competente. Per quanto riguarda le attività consentite e vietate all'interno delle suddette fasce di rispetto, si rimanda agli elaborati cartografici allegati al documento di polizia idraulica e al relativo regolamento.

- *Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile*, ai sensi del D.Lgs. 152/2006 art. 94. E' stata verificata la presenza di aree di tutela assoluta e di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile presenti sul territorio comunale. Per i pozzi in argomento il criterio di perimetrazione dell'area di rispetto è quello geometrico, secondo il quale tale zona di salvaguardia ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione. Si ricorda che le aree di rispetto eventualmente individuate con i criteri idrogeologico e temporale ai sensi della D.G.R. n. 6/15137 del 27 giugno 1996 diventano efficaci solo a seguito del rilascio del relativo atto autorizzativo da parte dell'Autorità competente. Le norme relative alle aree di rispetto e di tutela assoluta devono inoltre essere adeguate alle disposizioni previste dalla D.G.R. 10 aprile 2003, n. 7/12693: "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art. 21, comma 6, del D.Lgs. 152/1999 e successive modificazioni".

E' stato inoltre consultato il Programma di Tutela e Uso delle acque (approvato dalla Giunta Regionale con D.G.R. 8/2244 del 29 marzo 2006).

In esso la Regione Lombardia ha identificato, sulla base delle caratteristiche idrogeologiche, della capacità protettiva dei suoli, della distribuzione dei carichi di origine agricola e antropica, dei dati del monitoraggio della acque sotterranee e superficiali, le aree vulnerabili da nitrati di origine agricola e/o antropica (Tav. 8 "Individuazione delle zone vulnerabili ai sensi della Direttiva 91/676/CEE").

Nello specifico il territorio di Ciserano è classificato tra le "zone non vulnerabili".

L'area è invece indicata come area di ricarica degli acquiferi profondi (Tav. 9 – "Aree di riserva e di ricarica e captazioni ad uso potabile").

La D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 prevede che la componente geologica dei Piani di Governo del territorio recepisca anche le determinazioni del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

Per la parte inerente la difesa del territorio, il PTCP concorre, in particolare, alla definizione del quadro conoscitivo del territorio regionale, ne definisce l'assetto idrogeologico, in coerenza con le direttive regionali e dell'Autorità di Bacino, censisce ed identifica cartograficamente le aree soggette a tutela o classificate a rischio idrogeologico e sismico.

Facendo riferimento alla Tavola E1.1 del PTCP "Elementi di pericolosità e di criticità: compatibilità degli interventi di trasformazione del territorio", nel territorio del Comune di Ciserano vengono individuati i seguenti ambiti, di cui all'art. 44 delle Norme di Attuazione:

- *Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono essere assoggettati a puntuale verifica di compatibilità geologica ed idraulica (comma 2.1).*
- *Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono mantenere come soglia minimale le condizioni geologiche ed idrauliche esistenti (comma 2.2).*
- *Aree interessate da fontanili per i quali si dovrà verificare e garantire l'equilibrio idraulico e naturalistico (comma 2.4).*

In sede di redazione del presente studio sono pertanto state valutate con particolare attenzione le indicazioni del PTCP e nelle Norme di Piano si riportano le relative prescrizioni.

Infine, nella Carta dei vincoli è stata riportata l'ubicazione dei piezometri di controllo e dei pozzi di espurgo realizzati per le bonifiche Castelvrom e Cromoplastica. Tali manufatti non potranno essere rimossi né potranno essere effettuati modifiche su di essi se non previo parere degli enti competenti (Comune, Provincia, Regione).

12 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE A RISCHIO GEOLOGICO

Dalla sovrapposizione degli elementi emersi nelle precedenti fasi di sviluppo del lavoro e dal loro confronto critico è stato possibile ottenere una caratterizzazione geoambientale del territorio, che rapportata all'influenza dell'attività antropica ha consentito di accertare diverse condizioni di rischio geologico.

Sono state considerate differenti tipologie di rischio e nel presente capitolo vengono elencati gli elementi giudicati più significativi, unitamente all'indicazione delle aree in cui sono stati riscontrati.

- *Fattori di rischio legati a consistenti modifiche del sottosuolo di origine antropica:* In corrispondenza di una parte dell'ambito estrattivo ATEg18, l'attività estrattiva avviene in falda e inoltre determina la creazione di depressioni che potrebbero essere colmate con terre e rocce provenienti da scavi le cui caratteristiche ovviamente si differenzerebbero da quelle delle unità geologiche originarie. La categoria in oggetto include anche i fattori di rischio legati a fenomeni di degrado ambientale.

A questo riguardo si segnalano i seguenti siti:

- vecchia discarica di Ciserano, denominata Francesca;
- ex-ditta Castelcrom;
- ex-depuratore;
- area Eredi Bertola.

Le prime tre aree sono ancora classificate dalla Regione Lombardia come siti contaminati, mentre l'ultima viene indicata come sito bonificato.

- *Fattori di rischio legati alla vulnerabilità della falda freatica:* La vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee è connessa alla presenza di zone di rapida infiltrazione delle acque superficiali, con conseguenti possibili interazioni con la falda freatica e potenzialmente con gli acquiferi che vengono sfruttati ad uso idropotabile.

Bisogna tuttavia sottolineare come, a causa dell'inquinamento delle falde più superficiali, i pozzi ad uso idropotabile dell'intero settore di Treviglio (e quindi anche di Ciserano) siano tutti profondi e come in alcuni casi l'acquifero risulti protetto da livelli argillosi di un certo spessore e continuità; la vulnerabilità della falda freatica pertanto non coincide esattamente con la vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile.

Facendo inoltre riferimento alla Carta idrogeologica (TAV.3) in cui sono segnalate tutte le captazioni idriche, si rammenta che esse rappresentano potenzialmente vie preferenziali di diffusione di inquinanti.

- *Fattori di rischio legati ai corsi d'acqua:* Rientrerebbero in questa classe sia le aree di pertinenza dei corsi d'acqua che le situazioni di rischio connesse a effetti di sovralluvionamento e trasporto solido, potenziale ostruzione di alveo, erosione spondale attiva, cedimenti spondali e dunque le zone di possibile inondazione per eventi di piena.

Nell'ambito del territorio comunale, in considerazione del fatto che non sono presenti corsi d'acqua naturali e che i canali e le rogge presenti, ad eccezione di una roggia al confine con il Comune di Arcene, sono raramente esondati, il rischio di inondazione risulta basso e dipendente in prevalenza dall'azione antropica di regolazione delle portate dei corsi d'acqua artificiali.

- *Fattori di rischio legati a caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti:* Tale categoria include i terreni a prevalente composizione limoso-argillosa o con possibili problemi di drenaggio, sia in superficie che in profondità. Si rammenta comunque che le variazioni granulometriche sia verticali che laterali dei depositi quaternari non consentono di indicarne con precisione le caratteristiche geotecniche, per cui, anche laddove la composizione granulometrica delle unità geologiche presenti nel territorio comunale è prevalentemente granulare, localmente la presenza di livelli coesivi può rappresentare un fattore di rischio (soprattutto per gli interventi di nuova edificazione più significativi) che non è individuabile a priori se non mediante l'esecuzione di indagini geognostiche puntuali.

- *Fattori di rischio legati all'attività sismica.* Per quanto concerne il rischio sismico, il Comune di Ciserano non rientrava tra i comuni classificati come sismici nell'allegato alla Legge n. 1684 del 25/11/1962 e nel D.M.LL.PP. del 5 marzo 1984 riguardante l'aggiornamento delle zone sismiche della Regione Lombardia. Nella proposta del G.d.L. del 1998 esso risultava ancora non classificato e anche nell'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 emanata dalla Presidenza del Consiglio di Ministri, il territorio di Ciserano è stato inserito in zona sismica 4, pertanto può essere ritenuto un comune a rischio sismico basso.

Le indagini condotte nell'ambito del presente studio non hanno evidenziato, in prima analisi, la presenza di aree soggette ad amplificazione sismica.

13 DESCRIZIONE DELLA CARTA DI SINTESI

A seguito dell'analisi dei diversi fattori di rischio, è stata elaborata la Carta di sintesi, che è il risultato delle correlazioni e della valutazione critica di tutti i dati raccolti nelle varie fasi dell'indagine.

Tale elaborato cartografico evidenzia gli elementi geologici caratterizzanti e/o maggiormente significativi dell'area indagata, consentendo una lettura sintetica ma esauriente dello stato del territorio comunale dal punto di vista geologico e ambientale.

Nella Carta di sintesi vengono rappresentate indicazioni peculiari con riferimento ad:

- *aree interessate da consistenti modifiche del sottosuolo di origine antropica;*
- *aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico;*
- *aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;*
- *aree che presentano caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti;*
- *aree di rilevanza ambientale.*

Sono stati classificati come *aree interessate da consistenti modifiche del sottosuolo di origine antropica* i terreni ricadenti nell'ambito estrattivo ATEg18, la vecchia discarica a sud della Strada Provinciale Francesca, le aree della ex-ditta Castelcrom e dell'ex-depuratore, entrambe al margine sud-occidentale del centro abitato e, infine l'area di proprietà degli Eredi Bertola, immediatamente a est della discarica. In legenda essi sono identificati come:

- aree estrattive attive;
- sito inquinato / vecchia discarica;
- sito bonificato.

Le *aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico* comprendono:

- aree soggette a vulnerabilità medio-alta del primo acquifero;
- aree soggette a vulnerabilità elevata del primo acquifero;
- aree con emergenze idriche (lago di cava).

Le aree in cui l'acquifero superficiale è maggiormente esposto a eventuali agenti inquinanti sono ubicate in corrispondenza delle zone in cui i terreni sono caratterizzati da alta permeabilità e in particolare nell'ambito estrattivo ATEg18, dove l'escavazione avviene anche in falda.

Ampia parte del territorio comunale ad esclusione del settore orientale è peraltro soggetta alla vulnerabilità della falda freatica da media a elevata, in quanto al disotto di uno spessore di suolo frequentemente inferiore a 1 m, le caratteristiche granulometriche dei litotipi presenti conferiscono agli stessi una permeabilità buona e la mancanza di livelli continui di materiali coesivi non protegge la falda dalla possibile azione di numerosi contaminanti. Per quanto riguarda invece la vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile, si ritiene che essa sia valutabile unicamente prendendo in considerazione specifici contaminanti, esaminando l'assetto stratigrafico e idrogeologico dal punto di diffusione degli inquinanti fino ai possibili bersagli.

Le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico includono la seguente categoria:

- aree allagate in occasione di eventi meteorici intensi con modesti valori di velocità e altezze d'acqua.

Le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico riguardano una piccola porzione del territorio comunale localizzata nel settore orientale, che è stata allagata in occasione di eventi meteorici intensi per la presenza di una roggia che in comune di Arcene viene intubata con sezione di deflusso inadeguata.

In occasione di tali eventi, in cui si sono comunque registrati modesti valori di velocità ed altezza d'acqua, gli allagamenti hanno interessato maggiormente il territorio comunale contermini.

Le aree che presentano caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti sono rappresentate da:

- aree in prevalenza limo-argillose caratterizzate da capacità portante presumibilmente limitata, con spessori del livello coesivo fino a 5 m dal piano campagna;
- aree colmate e con riporti di materiale.

Le aree che potenzialmente presentano scadenti caratteristiche geotecniche sono in primo luogo ubicate nel settore nord-orientale e orientale del territorio comunale e sono determinate dalla presenza di una fascia costituita da depositi prevalentemente limosi e argillosi a cui viene attribuita un'origine prevalentemente eolica, che ricoprono in discordanza i depositi fluvioglaciali.

Anche l'area della vecchia di discarica di Ciserano e alcune zone dell'ambito estrattivo ATEg18 interessate dalla messa in posto di materiale di riporto presentano presumibilmente problematiche dal punto di vista geotecnico.

La distribuzione di queste ultime varia tuttavia in funzione delle operazioni di recupero ambientale dell'ambito estrattivo che vengono progressivamente effettuate e pertanto le aree con materiali di riporto presenti al suo interno non sono state cartografate anche perché l'intero ATEg18 viene considerato come area omogenea dal punto di vista della pericolosità geologico-geotecnica.

Nell'elaborato cartografico in argomento, viene infine riportato il fontanile estinto localizzato nel settore orientale del territorio comunale: esso viene inserito tra le *aree di rilevanza ambientale* in quanto ritenuto un bene geomorfologico di particolare interesse in una zona fortemente industrializzata, in considerazione del significato culturale che le risorgive rivestono nella tradizione lombarda e del fatto che rappresenta un importante elemento di diversificazione ambientale. L'asta del fontanile in argomento è tra l'altro tuttora parzialmente utilizzata attraverso l'immissione di una roggia gestita dal Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca.

14 DESCRIZIONE DELLA CARTA DI FATTIBILITÀ

In seguito alla valutazione delle risultanze emerse dalle carte tematiche e in particolare dalla Carta di sintesi, è stata redatta la Carta di fattibilità che divide il territorio comunale in classi a diversa compatibilità edificatoria, valutando la loro predisposizione alle previsioni del Piano di Governo del Territorio. Essa fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, alle eventuali precauzioni generali da adottare per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini conoscitive di dettaglio da effettuare per gli approfondimenti richiesti e alla necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali.

La Carta di fattibilità geologica è stata redatta alla scala 1:5.000 per l'intero territorio comunale (Tavola 8).

Al fine di consentire l'aggiornamento del mosaico della fattibilità contenuto nel Sistema Informativo Territoriale Regionale, la Carta è stata prodotta anche in scala 1:10.000, utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale.

Conformemente alle raccomandazioni proposte dalla Regione Lombardia, il territorio comunale è stato suddiviso in classi di fattibilità geologico-ambientale sulla base di una valutazione incrociata degli elementi contenuti nella cartografia analitica (carte tematiche, Carta della pericolosità sismica e Carta di sintesi), con i fattori geoambientali, territoriali e antropici, confrontati con la pericolosità dei fenomeni agenti e le conseguenti situazioni di rischio geologico.

La Carta di fattibilità è stata desunta dalla Carta di sintesi attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono. Al mosaico della fattibilità non sono stati sovrapposti retini corrispondenti ad aree soggette ad amplificazione sismica locale in quanto nell'ambito dello studio svolto non sono emerse condizioni che comportino un incremento del rischio sismico atteso.

La Carta di fattibilità fornisce dunque le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio e deve essere utilizzata congiuntamente alle "Norme geologiche di piano" che ne riportano la relativa normativa d'uso (eventuali precauzioni generali da adottare per gli interventi urbanistici, studi

ed indagini conoscitive di dettaglio 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 emergenza).

L'attribuzione della classe di fattibilità avviene attraverso due fasi:

- nella prima fase, a ciascun poligono della Carta di sintesi, in base al/i fattore/i di pericolosità/vulnerabilità presente/i viene attribuita una classe di fattibilità (valore di ingresso) seguendo le prescrizioni della Tabella 1 allegata alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 relativa all'“Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374”;
- successivamente il valore della classe di fattibilità è stato assegnato definitivamente in base a valutazioni di merito tecnico per lo specifico ambito.

Nel caso in cui in un'area omogenea per pericolosità/vulnerabilità vi sia la presenza contemporanea di più fenomeni, è stato attribuito il valore più alto di classe di fattibilità desunto dallo schema riportato nella seguente pagina, che riporta i valori assegnati definitivamente.

Rispetto alle indicazioni per l'attribuzione delle classi di fattibilità di cui alla D.G.R. n. IX/2616, si segnala, come specificato nelle Norme geologiche di piano, che alle aree con emergenze idriche comprese nell'ambito estrattivo ATEg18 è stata assegnata la classe di fattibilità 3 in quanto le attività consentite e vietate in tale zona verranno stabilite in base ai progetti di coltivazione e recupero ambientale della cava autorizzati.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Aree interessate da consistenti modifiche del sottosuolo di origine antropica	
Aree estrattive attive	3
Sito inquinato / vecchia discarica	4
Sito bonificato	3
Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico	
Aree a vulnerabilità medio-alta del primo acquifero	2
Aree a vulnerabilità elevata del primo acquifero	3
Aree con emergenze idriche (lago di cava)	3
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	
Aree allagate in occasione di eventi meteorici intensi con modesti valori di velocità e altezze d'acqua	3
Aree che presentano caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti	
Aree con presunta limitata capacità portante	3
Aree colmate e con riporti di materiale	3
Aree di rilevanza ambientale	
Fontanile estinto	3

Il territorio comunale di Ciserano può essere sostanzialmente considerato omogeneo per le caratteristiche geomorfologiche. Si evidenzia invece una differenza dal punto di vista geologico che conduce all'individuazione di due settori differenti.

Il settore orientale è difatti caratterizzato dalla presenza, almeno nei primi metri di profondità, di depositi prevalentemente limosi localizzati in una fascia ad andamento meridiano; le dimensioni granulometriche di tali depositi conferiscono frequentemente scadenti caratteristiche geotecniche ai terreni in argomento.

Nella rimanente porzione del territorio comunale, i terreni presentano caratteristiche geotecniche più omogenee e generalmente buone; ad esclusione di una zona prossima al tratto del rilevato ferroviario posto a sud di Zingonia, non facilmente delimitabile a causa della scarsità di dati a

disposizione, la presenza della falda è inoltre tale da non interferire con il primo suolo e sottosuolo.

Il quadro geoambientale del territorio comunale di Ciserano appare, come si ricava dalla trattazione dei vari parametri esaminati dallo studio, profondamente influenzato dall'attività antropica.

L'area in esame è marcatamente segnata dallo sviluppo industriale, comprendente anche attività di estrazione di sabbia e ghiaia, e perfino la rete idrografica, costituita da una fitta rete di rogge e canali, è interamente di origine antropica.

Il Comune di Ciserano è a basso rischio sismico e data la morfologia pianeggiante e l'assenza di corsi d'acqua naturali che lo interessino in maniera diretta, non emergono rilevanti problemi legati ai fenomeni naturali prevedibili. Per quanto riguarda l'inondabilità del territorio, solo localmente sono emerse condizioni idrauliche che potenzialmente potrebbero determinare allagamenti di limitata estensione con modesti valori di velocità ed altezza d'acqua. Fondamentali risultano in questo caso gli interventi di manutenzione delle opere del Consorzio di Bonifica, finalizzati al mantenimento del buono stato idraulico e ambientale delle rogge e dei canali e della piena funzionalità delle opere di difesa essenziali alla sicurezza idraulica e idrologica.

Le situazioni più critiche rilevate dipendono invece dai fenomeni antropici che sono essenzialmente da ascrivere alla contaminazione degli acquiferi e dei suoli. Oltre alla presenza della vecchia discarica contenente rifiuti tossico-nocivi, non è ancora stata certificata l'avvenuta bonifica e messa in sicurezza dell'area dell'ex-depuratore e della ex-ditta Castelcrom; nel settore orientale del territorio comunale, l'acquifero superficiale risulta inoltre inquinato dalla presenza di Cromo esavalente e Nichel provenienti da attività industriali che operano in Comune di Verdellino.

Se da un lato la soggiacenza della falda freatica e la permeabilità dei terreni consentono una facile e rapida ricarica dell'acquifero superficiale, con grandi potenzialità e facilità di sfruttamento, tali caratteristiche rendono la falda

freatica estremamente vulnerabile all'inquinamento da parte di contaminanti provenienti dal suolo.

Nelle zone intensamente antropizzate, gli episodi di inquinamento più frequenti, che nel passato erano unicamente di tipo batteriologico (scarichi e spagliamenti civili), attualmente sono rappresentati perlopiù da sostanze chimiche, quali: cromo esavalente, solventi organoclorurati, fenoli, nitrati e diserbanti (come l'atrazina). I primi tre hanno origine dai complessi industriali (scarichi diretti in pozzi o vasche perdenti, percolamenti da serbatoi interrati e accumuli stoccati al suolo, penetrazione nel sottosuolo attraverso scavi esistenti o lungo le zone drenate di pozzi trivellati, sversamenti accidentali, ecc.), mentre nitrati e diserbanti sono connessi all'uso improprio di sostanze chimiche nell'agricoltura.

Una corretta pianificazione del territorio deve necessariamente tener conto delle indicazioni di tipo idrogeologico, sia per la salvaguardia delle risorse idriche e l'ottimizzazione del loro utilizzo, sia per il risanamento ambientale di situazioni già compromesse che, qualora non affrontate per tempo potrebbero impostare meccanismi irreversibili di alterazione degli acquiferi.

Per quanto riguarda l'utilizzo e il cambiamento di destinazione d'uso delle aree inquinate o potenzialmente inquinate dovuto a specifiche attività antropiche pregresse o in atto, il riferimento è il Decreto Ministeriale n. 152 del 2006.

Prendendo in considerazione le possibili fonti di contaminazione si ritiene che in generale gli interventi di edilizia residenziale e di sviluppo agricolo, qualora realizzati in conformità alle normative vigenti non implicino rischi di inquinamento particolarmente elevati, mentre per le aree a sviluppo industriale è necessaria un'analisi di dettaglio in quanto il rischio potrebbe essere notevolmente maggiore, come evidenziato dall'incidente accaduto nella ditta Castelcrom.

Per quanto riguarda la pianificazione territoriale, il D.M. LL.PP. 9 giugno 2001 "Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante" stabilisce che i Comuni devono adeguare i propri strumenti

urbanistici al fine di considerare l'interazione degli stabilimenti produttivi a rischio con le strutture insediative del Comune. La gestione del rischio regolamentato con questo decreto non determina vincoli alla edificabilità dei suoli, bensì l'applicazione delle distanze di sicurezza prescritte. Inoltre i suoli interessati dalla presente regolamentazione non perdono la possibilità di generare diritti edificatori, che potranno essere trasferiti su aree adiacenti o in altre zone del territorio comunale.

In conclusione, la tutela dell'ambiente naturale richiede il rispetto delle normative esistenti e l'efficienza degli organismi preposti nella gestione di tale normativa e nei controlli. E' necessaria una scrupolosa applicazione della normativa statale e regionale vigente in materia di edilizia, protezione delle acqua, tutela dall'inquinamento, attività estrattive, urbanistica, opere pubbliche e bonifiche ed un utilizzo del territorio volto a non degradare ulteriormente l'ambiente circostante.

15 NORME GEOLOGICHE DI PIANO

Nelle pagine seguenti si riporta il significato di ognuna delle quattro classi di fattibilità previste dal D.G.R. n. 8/1566.

Le classi di fattibilità sono state suddivise in sottoclassi in relazione alle diverse problematiche geologiche riscontrate sul territorio:

- a => problematiche connesse a consistenti modifiche del sottosuolo di origine antropica;
- b => problematiche idrogeologiche;
- c => problematiche idrauliche;
- d => problematiche geotecniche.

Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni

Comprende le aree per le quali gli studi non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso delle particelle. In questa classe generalmente rientrano aree pianeggianti o sub-pianeggianti con buone caratteristiche geotecniche dei terreni e non interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico. La presenza della falda idrica non interferisce con il suolo o gli strati più superficiali del sottosuolo.

Viste le caratteristiche delle litologie individuate sul territorio comunale, che evidenziano generalmente buone caratteristiche geotecniche e profondità della falda di solito superiore ai 5 m dal piano campagna, le aree inserite in questa classe includono, qualora non siano previsti interventi che possano potenzialmente alterare le condizioni chimico-fisiche delle acque presenti nel sottosuolo, ampia parte del settore occidentale e meridionale del territorio comunale. Per le aree produttive, che ricadono in tali settori, tuttavia è necessario un approfondimento geologico e idrogeologico volto in particolare a valutare il rischio di inquinamento delle acque sotterranee. Nella Carta di fattibilità tali settori sono stati pertanto cartografati in classe 2a.

Per qualsiasi intervento da realizzare sul territorio comunale dovranno peraltro essere applicate le disposizioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento ordinario n. 30, e relative circolari applicative.

Al fine di una corretta e precisa definizione della tipologia dei terreni e delle loro caratteristiche geotecniche è normalmente necessario, in relazione alla complessità e all'importanza degli interventi previsti, procedere all'esecuzione di mirate indagini geognostiche.

Particolare attenzione nella programmazione di queste ultime dovrà essere rivolta nel caso di progetti che interessino il settore nord-orientale su cui si è sviluppata Zingonia, dove le lesioni riscontrate in alcuni capannoni industriali (anche all'esterno delle aree a scadenti caratteristiche geotecniche) inducono a ritenere che in fase di progettazione non si sia tenuto conto della presenza, all'interno dei depositi ghiaiosi, di intervalli limoso-argillosi che hanno indotto cedimenti differenziali.

Nel settore in cui ricade il fontanile estinto, in particolare in prossimità del rilevato ferroviario, il dato relativo alla misura della soggiacenza della falda in corrispondenza di un piezometro ha evidenziato la presenza di acqua a profondità anche inferiori a 5 m dal piano campagna.

In caso di realizzazione di strutture interrato in questa zona, qualora tale dato venisse confermato, si rimanda a quanto indicato per la sottoclasse 3d relativamente all'individuazione di acque di falda a bassa profondità dal piano campagna.

Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, che possono essere superate mediante approfondimenti di

indagine di carattere idrogeologico (sottoclasse 2b), finalizzati ai singoli progetti e/o accorgimenti tecnico-costruttivi.

La sottoclasse 2b individua aree a vulnerabilità della falda freatica medio-alta, in considerazione dello spessore della coltre impermeabile superficiale inferiore a 1 m e della permeabilità dei depositi immediatamente sottostanti. Per quanto riguarda la soggiacenza della falda freatica, essa si attesta mediamente intorno ai 10 m dal piano campagna, con escursioni tuttavia fino a 5 m.

Per gli interventi in zone che ricadono nella sottoclasse 2b, che non comportano la potenziale alterazione delle condizioni chimico-fisiche delle acque presenti nel sottosuolo sono valide le prescrizioni riportate nella classe 1.

Per le aree destinate allo sviluppo di insediamenti produttivi ricadenti nella classe di fattibilità 2b, deve essere invece presentata, contestualmente alla richiesta di autorizzazione edilizia, una valutazione del rischio di inquinamento della falda freatica sulla base delle attività svolte all'interno della stessa area produttiva (prendendo in considerazione anche lo stoccaggio di materiali); tale documento, che nei casi più semplici potrà consistere in una semplice dichiarazione, costituirà parte integrante degli atti progettuali.

Nel caso in cui l'insediamento in progetto sia pericoloso, ovvero sia previsto l'utilizzo di sostanze liquide o idroveicolabili potenzialmente inquinanti per l'acquifero superficiale, è necessario eseguire approfondimenti di carattere idrogeologico che prevedano l'esecuzione di sondaggi geognostici e l'installazione di piezometri per il controllo della falda. Le indagini geognostiche di dettaglio dovranno consentire di individuare le condizioni litostratigrafiche locali e di determinare, eventualmente anche attraverso l'esecuzione di prove di laboratorio, i parametri necessari per calcolare il tempo di arrivo del potenziale/i inquinante/i in caso di incidente. In funzione delle risultanze del suddetto approfondimento dovranno essere specificate le misure di sicurezza necessarie a evitare qualsiasi forma di inquinamento del suolo e delle acque, verificando ed eventualmente incrementando le misure di sicurezza degli

insediamenti di questo tipo già presenti nelle aree appartenenti a tale classe di fattibilità.

Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni

Rientrano in questa classe le aree nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso dei terreni per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate.

L'utilizzo di queste zone sarà subordinato alla relazione di supplementi d'indagine per acquisire una maggior conoscenza geologico-tecnica (sottoclasse 3a), idrogeologica (sottoclasse 3b), idraulica (sottoclasse 3c) oppure geotecnica (sottoclasse 3d) dell'area e del suo immediato intorno.

Tale approfondimento tecnico dovrà essere attuato grazie all'esecuzione di studi tematici e specifici di varia natura (geologico-tecnici, idrogeologici e geotecnici, etc.), mediante campagne geognostiche, prove in sito e di laboratorio.

Il risultato delle indagini condotte dovrà accertare la compatibilità tecnico-economica degli interventi con la situazione segnalata e individuare le prescrizioni di dettaglio per poter procedere o meno all'edificazione, puntualizzando le specifiche costruttive degli interventi edificatori in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/vulnerabilità del comparto e l'eventuale necessità di realizzare opere di mitigazione del rischio.

Nella sottoclasse 3a rientrano le aree facenti parte dell'ambito estrattivo ATEg18. In caso di cambiamento di destinazione d'uso dei terreni che implichi in particolare la realizzazione di nuove costruzioni ad esaurimento delle attività estrattive, sarà necessario procedere ad una dettagliata caratterizzazione ambientale e geotecnica, mediante l'esecuzione di puntuali indagini geognostiche e dovranno essere evidenziati, sulla base della tipologia di intervento prevista, i mutui rapporti con la geologia, l'idrogeologia, la geomorfologia e i sistemi di controllo e drenaggio delle acque superficiali.

Alcune di queste zone potrebbero essere state cavate e successivamente colmate con materiali inerti. Esse presentano pertanto caratteristiche geologico-tecniche potenzialmente scadenti, determinate dalla disomogeneità litologica sia in senso orizzontale che verticale dei depositi e dalla natura eterogenea degli stessi.

L'indagine dovrà essere in particolare volta alla determinazione dei parametri fisici dei materiali di riempimento e al calcolo della capacità portante e dei cedimenti indotti dalle fondazioni in progetto, mediante l'esecuzione di puntuali indagini geotecniche.

Per le aree insistenti sulle scarpate è opportuno eseguire verifiche sulla stabilità, mentre per gli interventi alla base dei gradoni si prescrive una verifica sui possibili franamenti, sia pur limitati, della scarpata a monte.

La sottoclasse 3a include il lago di cava ricadente nell'ATEg18, in quanto la sua forma finale dipenderà dalla realizzazione del/dei progetto/i di gestione produttiva dell'ambito estrattivo che verranno autorizzati.

A causa della presenza della contaminazione da Cromo esavalente di origine antropica, è auspicabile prevedere un periodico monitoraggio chimico delle acque del bacino al fine di attuare opportune misure di salvaguardia nel caso in cui le concentrazioni dei contaminanti siano tali da determinare un pericolo per la salute delle persone, in considerazione anche del fatto che la destinazione finale dell'intero ambito estrattivo è quella di parco naturalistico a fruizione pubblica.

Anche l'area "Eredi Bertola" adiacente alla vecchia discarica di Ciserano ricade nella sottoclasse 3a in quanto gli esiti del collaudo degli interventi di bonifica, pur evidenziando che la realizzazione degli stessi ha raggiunto gli obiettivi prefissi, hanno indicato il superamento dei limiti della tabella 1 colonna A allegato 1 al D.M. 471/99 (e s.m.i.). In caso di modifica della destinazione d'uso che implichi limiti più restrittivi dei parametri chimici normati dei suoli, permane pertanto l'obbligo di verificare la necessità di una nuova bonifica.

Nella sottoclasse 3b sono state inserite le aree caratterizzate da elevata vulnerabilità della falda freatica e il lago di cava.

Le prime sono caratterizzate dall'esiguità dello spessore superficiale di suolo poco permeabile, anche inferiore a 50 cm, e dall'alta permeabilità dei depositi immediatamente sottostanti ad esso. In tali aree sono vietate le nuove installazioni di attività industriali o ad esse assimilabili ove vi sia uso di sostanze liquide o idroveicolabili potenzialmente inquinanti per la falda, e sono da verificare ed eventualmente incrementare i sistemi di sicurezza di eventuali attività di questo genere già presenti nell'area in questione, adottando possibilmente misure per il loro spostamento. In caso di interventi edilizi di altro tipo previsti in tali zone sono valide le prescrizioni di cui alla sottoclasse 2b e alla classe di fattibilità 1.

Nella sottoclasse 3c ricade una porzione di territorio comunale nel settore orientale, individuabile come area inondabile in occasione di eventi meteorici intensi per la presenza di un tratto di canale derivante dalla roggia Brembilla, intubato con una sezione di deflusso inadeguata in Comune di Arcene. In questo caso l'approfondimento tecnico dovrà essere finalizzato a verificare la compatibilità degli interventi proposti con la situazione idrologica riscontrata, mediante l'esecuzione di opportune verifiche idrauliche.

In tale sottoclasse è stata inserito anche il primo tratto dell'asta del fontanile estinto e la fascia limitrofa ad esso. Considerato che l'asta è individuata catastalmente come area appartenente al demanio idrico, è opportuno, fintanto che non viene sdemanializzata, incentivare una periodica manutenzione della stessa onde ostacolare fenomeni di progressivo interrimento e consentire in tale fascia soltanto eventuali opere edilizie a basso impatto geoambientale.

Le aree inserite nella sottoclasse 3d presentano generalmente scadenti o mediocri caratteristiche geotecniche dei terreni, tipiche delle unità geologiche e pedologiche di appartenenza.

A causa della disomogeneità litologica sia in senso orizzontale che verticale di tali unità, con la frequente presenza di depositi limosi e talora argillosi di spessore fino a 5 m che sovrastano materiali prevalentemente granulari, le caratteristiche geotecniche potranno risultare estremamente variabili, anche in funzione della profondità del piano di posa delle fondazioni. Si reputa pertanto indispensabile l'esecuzione di indagini geotecniche e relativa caratterizzazione, con approfondimenti e dettagli investigativi adeguati all'entità dell'intervento edificatorio.

Le condizioni di moderata pericolosità geologica possono essere difatti superate attraverso una corretta progettazione supportata da dati geologici e geotecnici puntuali. Gli approfondimenti geologico-tecnici dovranno essere finalizzati all'acquisizione di una diretta conoscenza delle condizioni stratigrafiche locali, alla determinazione puntuale dei parametri fisici del terreno, alla stima della capacità portante dei terreni di fondazione e dei cedimenti indotti dai carichi applicati e alla individuazione dell'eventuale presenza e profondità di falde sospese. Dovranno dunque essere evidenziati, sulla base della tipologia di intervento prevista, i mutui rapporti con la geologia, l'idrogeologia, la geomorfologia e i sistemi di controllo e drenaggio delle acque superficiali.

Le indagini dovranno essere preliminari alla fase di progettazione esecutiva e dovranno prevedere l'esecuzione di prove geotecniche in sito e di laboratorio scelte a seconda dei casi dal professionista responsabile dell'indagine. Tali prove si rendono necessarie per una corretta stima dei parametri geotecnici principali, da utilizzarsi nel calcolo della capacità portante dei terreni e dei cedimenti. A titolo indicativo le indagini in sito potranno includere sondaggi geognostici e/o prove penetrometriche, mentre le prove di laboratorio potranno comprendere: classificazione dei terreni, determinazione delle proprietà indice dei materiali, prove edometriche, di compressione monoassiale, triassiali e/o di taglio diretto.

Si precisa in particolare che le previste indagini geognostiche sono necessarie solo per i nuovi interventi edificatori e non interessano le operazioni di

manutenzione ordinaria e straordinaria o qualsiasi altra attività che non implica la realizzazione di scavi e/o l'apporto di ulteriori carichi sul terreno.

Nel caso in cui si rilevi la presenza di falde sospese anche a carattere temporaneo si consiglia la realizzazione sia di idonee impermeabilizzazioni dei muri perimetrali e di eventuali porzioni di fabbricato interrato, sia di sistemi di drenaggio, raccolta e allontanamento delle acque di infiltrazione nelle immediate vicinanze dell'edificio.

Infine, la fattibilità di sistemi di smaltimento delle acque meteoriche sul suolo o nei primi strati del sottosuolo connesse ai nuovi interventi edilizi dovrà essere valutata mediante l'esecuzione di prove di permeabilità in sito.

Nell'ambito del territorio di Ciserano, le aree caratterizzate dalla presenza di limitazioni per la fattibilità geologica dovute a caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti, ad esclusione di quella della vecchia discarica, ricadono nel settore orientale del territorio comunale.

Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni

La classe 4 di fattibilità comprende le zone nelle quali l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrate, se non per opere tese al consolidamento e alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentite esclusivamente le opere relative agli interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), e c) della Legge Regionale 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali opere 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 fenomeno 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 segnalata.

Nel territorio comunale di Ciserano, sono state inserite in classe di fattibilità 4a la vecchia discarica "Francesca" e le aree dell'ex-depuratore e della ex-ditta Castelcrom.

La vecchia discarica è interessata dalla presenza di rifiuti tossico nocivi pertanto l'eventuale realizzazione di infrastrutture non dovrà in ogni caso modificare l'efficienza delle opere che garantiscono l'isolamento del corpo dei rifiuti dalle matrici ambientali, tra le quali il sistema di copertura superficiale finale della discarica.

A riguardo delle altre due aree si ritiene di interdire l'edificabilità in tali zone fino all'avvenuto completamento degli interventi di bonifica dei siti inquinati ai sensi dell'art. 248 del D.Lgs. 152/2006.

16 NORME TECNICHE DI PREVENZIONE ANTISISMICA PER LE NUOVE COSTRUZIONI DEL COMUNE DI CISERANO

Sulla base dei risultati emersi per la valutazione degli effetti di sito di amplificazione sismica per tutte le condizioni geologiche e geomorfologiche considerate per il Comune di CISERANO e valutando i valori soglia del Fattore di Amplificazione (banca dati Analisi_sismica_-_soglie_lomb_-_dgr7374_2008.xls, accesso file CAGHQ7GL nel sito www.territorio.regione.lombardia.it), non sono emerse condizioni geologiche litologiche che comportano un incremento parziale del rischio sismico nei periodi di oscillazione valutati utili per i fabbricati e le infrastrutture (0,1-0,5 s; 0,5-1,5 s).

Gli effetti di amplificazione litologica sono da considerarsi trascurabili essendo remota la probabilità del verificarsi di eventi sismici anche di modesta entità e con epicentro in questa parte del territorio di pianura.

Su tutto il territorio comunale, come previsto dalla normativa antisismica, e più precisamente dal Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 *“Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”*, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento ordinario n. 30, e dalla Circolare n. 617 *“Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008”*, pubblicata sul S.O. della G.U. n. 27 del 26 febbraio 2009, si dovrà prevedere l'applicazione delle norme tecniche specifiche previste per la ZONA 4.

ZONA	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10 % IN 50 ANNI [A _G /G]	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (NORME TECNICHE) [A _G /G]
4 CISERANO (MI)	<0,05	0,05

In particolare ciò vale per:

- le opere di fondazione e di sostegno dei terreni;

- la progettazione di nuovi edifici; le costruzioni anche esistenti devono essere dotate di un livello di protezione antisismica differenziato in funzione della loro importanza e del loro uso, e quindi delle conseguenze più o meno gravi di un loro danneggiamento per effetto di un evento sismico;
- il progetto di ponti a pile e travate, questi ultimi del tipo continuo su più pile o semplicemente appoggiate ad ogni campata. Le pile si intendono a fusto unico, con sezione trasversale di forma generica, piena o cava, mono o multicellulare. Anche pile in forma di portale sono trattabili con i criteri e le regole contenute nelle Norme. Pile a geometria più complessa, ad esempio a telaio spaziale, richiedono in generale criteri di progetto e metodi di analisi e verifica specifici.

Ai fini della corretta progettazione delle opere, lo studio geologico-geotecnico previsto per ciascuna opera dovrà essere corredato di un'adeguata ricerca geologico-geotecnica per il riconoscimento dei profili stratigrafici di riferimento previsti dalla normativa oltre che dall'individuazione di eventuali discontinuità presenti nell'ottica del rischio sismico locale (disomogeneità delle variazioni laterali dei litotipi di fondazione, caratterizzazione granulometrica delle rocce e depositi incoerenti).

I litotipi individuati dalla normativa comprendono:

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle precedenti definizioni V_{s30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità dal piano campagna delle onde di taglio.

Per la definizione dei profili stratigrafici si dovranno utilizzare tecniche di indagine diretta e/o geofisiche, da eseguirsi in sito, per la determinazione della velocità V_{s30} media di propagazione, almeno entro 30 m di profondità dal piano campagna, delle onde di taglio. Il sito verrà quindi classificato ai fini della progettazione sulla base del valore di V_{s30} , se disponibile ed ottenuto al meglio tra le metodologie ritenute scientificamente più valide (tra cui quelle implementate per la presente ricerca); altrimenti sulla base del valore del

Numero di colpi di infissione nelle prove penetrometriche (N_{SPT} *Standard Penetration Test*) che saranno svolte.

Nei settori in cui si ha una pericolosità sismica locale H2 a cui è associata una classe di fattibilità 3 non è in genere necessario applicare il 3° livello della procedura.

Tuttavia, nel caso in cui, sulla base di valutazioni tecniche di dettaglio che saranno acquisite in fase di progettazione di ciascuna area specifica, emerga la presenza di livelli costituiti da sabbie o sabbie limose sature da sciolte a mediamente addensate, di granulometria da fine a media, è necessario applicare il 3° livello della procedura di cui all'Allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, finalizzato alla valutazione quantitativa del potenziale di liquefazione.

Anche nell'ipotesi, del tutto improbabile per il territorio di CISERANO, che le indagini conoscitive dell'area evidenzino depositi scadenti con velocità V_s 130-180 m/s e in spessore superiore ai 15 m, si dovrà valutare il Fattore di amplificazione ed eventualmente applicare il 3° livello della procedura. In alternativa, in fase di progettazione edilizia si dovrà utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, secondo il seguente schema:

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

Nelle aree di Fattibilità geologica 4 non sono prevedibili approfondimenti degli studi sismici in quanto queste zone sono per definizione non edificabili. Studi antisismici per la valutazione degli effetti di sito in queste aree dovranno effettuarsi soltanto nel caso si preveda la realizzazione opere pubbliche o di interesse pubblico ovvero per la messa in sicurezza dei siti.

16.1 Il 3° livello

L'eventuale applicazione del 3° livello ("Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio", in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005 - Allegato 5) dovrà essere valutata in tutti i casi in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali (individuati dal D.D.U.O. della Regione Lombardia n. 19904 del 21 novembre 2003 non rientranti nelle tipologie di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003).

Si applicherà in particolare qualora, sulla base di valutazioni tecniche di dettaglio che saranno acquisite in fase di progettazione di ciascuna area specifica, le indagini conoscitive dell'area evidenzino la presenza di:

1. livelli costituiti da sabbie o sabbie limose sature da sciolte a mediamente addensate, di granulometria da fine a media a profondità inferiori ai 15 m dal piano di posa delle fondazioni;
2. depositi scadenti con velocità V_s 130-180 m/s e in spessore superiore ai 15 m (questa condizione appare poco probabile per il territorio Comunale di CISERANO).

Nel primo caso si dovrà applicare il 3° livello della procedura in fase di progetto (descritto al paragrafo successivo). Nel secondo, si dovrà valutare il Fattore di amplificazione attraverso il livello 2° ed eventualmente nel caso venga superato il valore soglia del Fattore di amplificazione si potrà: applicare il 3° livello della procedura in fase di progetto. In alternativa, si valuterà la scelta di rispondenza dei requisiti minimi progettuali di risposta elastica delle nuove strutture corrispondenti allo spettro di norma caratteristico più gravoso della categoria di suolo superiore (D.G.R. 30/11/2011 n. IX/2616).

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.

Si dovranno in particolare valutare:

Effetti di cedimenti e/o liquefazioni

L'analisi prevede la valutazione quantitativa delle aree soggette a fenomeni di cedimenti e liquefazioni.

Con il termine liquefazione si indica la situazione nella quale in un terreno saturo non coesivo si possono avere deformazioni permanenti significative o l'annullamento degli sforzi efficaci a causa dell'aumento della pressione interstiziale.

Per il calcolo del potenziale di liquefazione si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura^{3,4}.

Anche per il calcolo di possibili cedimenti che possono verificarsi sia in presenza di sabbie sature sia in presenza di sabbie asciutte (e di terreni coesivi), si fa riferimento ai risultati di prove in situ (o di laboratorio), utilizzando procedure note in letteratura.

In linea generale, considerate le tipologie litologiche del territorio e la zonazione sismica di appartenenza (Zona 4) per cui non risultano prevedibili eventi sismici di magnitudo considerevole, è comunque estremamente improbabile che nel territorio di CISERANO si possano verificare fenomeni di liquefazione.

Effetti di amplificazione morfologica e litologica

L'analisi prevede un approccio di tipo quantitativo e costituisce lo studio di maggior dettaglio, in cui la valutazione della pericolosità sismica locale è effettuata ricorrendo a metodologie che possono essere classificate come strumentali o numeriche.

La metodologia strumentale richiede l'acquisizione di dati strumentali attraverso campagne di registrazione eseguite in sito con l'utilizzo di strumentazioni specifiche, variabili a seconda del parametro di acquisizione

³ www.programgeo.it/FormulaGeo/Liquefazione.html

⁴ Crespellani T., 1991. La liquefazione del terreno in condizioni sismiche. Zanichelli, Bologna, pp 185

scelto (velocimetri ed accelerometri). Le caratteristiche strumentali, il tipo di acquisizione e la disposizione logistica variano in funzione della complessità geologica dell'area di studio, del metodo di elaborazione scelto e del tipo di risultato a cui si vuole pervenire. Le registrazioni eseguite in un'area di studio possono riguardare rumore di fondo (microtremore di origine naturale o artificiale) o eventi sismici di magnitudo variabile; i dati acquisiti devono essere opportunamente selezionati (ripuliti da tutti i disturbi presenti) e qualificati tramite informazioni sismologiche dell'area in esame. Essi permettono di definire la direzionalità del segnale sismico e la geometria della zona sismogenetica-sorgente. Le tracce dei segnali di registrazione devono essere in seguito processate tenendo conto delle diverse condizioni di installazione degli strumenti e delle diverse condizioni di acquisizione dei dati. Inoltre, nel caso siano utilizzate stazioni equipaggiate con strumentazioni con frequenza propria diversa (caso più frequente) occorre rendere omogenei tra loro i vari segnali attraverso una deconvoluzione per le rispettive risposte spettrali. L'analisi sperimentale può presentare diversi gradi di approfondimento ed affidabilità, in funzione del tipo di strumentazione impiegata, del tipo di elaborazione del dato di registrazione e, soprattutto, in funzione dell'intervallo di tempo dedicato alle misurazioni in sito. I metodi di analisi strumentale più diffusi ed utilizzati sono il metodo di Nakamura (1989)⁵ e il metodo dei rapporti spettrali (Kanai e Tanaka, 1981)⁶.

La metodologia numerica consiste nella modellazione di situazioni reali mediante un'appropriata e dettagliata caratterizzazione geometrica e meccanica del sito e nella valutazione della risposta sismica locale tramite codici di calcolo matematico più o meno sofisticati (modelli monodimensionali 1D, bidimensionali 2D e tridimensionali 3D), basati su opportune semplificazioni e riduzioni del problema, necessarie ma comunque di influenza abbastanza trascurabile sul risultato finale. I concetti fondamentali su cui si basano i codici di calcolo numerico riguardano la teoria della propagazione

⁵ Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. QR Railway Tech. Res. Inst., 30, 1

⁶ Kanai, K., Tanaka, T., 1961. On Microtremors. VIII, Bull. Earthquake res. Inst., University of Tokyo. Vol. 39

delle onde sismiche nel sottosuolo e la teoria del comportamento non lineare e dissipativo dei terreni in condizioni dinamiche. La valutazione della risposta sismica deve tener conto non solo delle variazioni di ampiezza massima del moto sismico di riferimento, ma anche dell'effetto di filtraggio esercitato su di esso dal terreno, cioè delle modifiche nel contenuto in frequenza.

L'applicazione della metodologia numerica richiede una caratterizzazione geometrica di dettaglio del sottosuolo, tramite rilievi specifici, una caratterizzazione geofisica e una caratterizzazione meccanica, tramite accurate indagini geologiche e geotecniche, in grado di determinare i parametri geotecnici statici e dinamici specifici su campioni indisturbati o comunque di alta qualità e in condizioni tali per cui vengano simulate il meglio possibile le condizioni di sito del terreno durante i terremoti attesi. Perciò viene richiesto un programma di indagini geotecniche specifico, i cui risultati saranno da aggiungere a quelli esistenti (1° e 2° livello). E' inoltre necessaria l'individuazione di uno o più input sismici sotto forma di spettri di risposta e/o di accelerogrammi.

Le analisi strumentali e numeriche rappresentano due approcci diversi per la valutazione quantitativa dell'amplificazione locale; essi sono tra loro coerenti ma presentano le seguenti differenze:

- l'analisi numerica ha il vantaggio di essere facilmente applicabile con tempi veloci ma ha lo svantaggio di richiedere alti costi di realizzazione, di considerare modelli semplificati della situazione reale (soprattutto per i codici di calcolo 1D e 2D) e di trascurare l'effetto delle onde superficiali, sottostimando gli effetti ad alti periodi;
- l'analisi strumentale ha il vantaggio di considerare l'effetto della sollecitazione sismica nelle tre dimensioni spaziali ma ha lo svantaggio di considerare eventi di bassa magnitudo, valutando il comportamento dei materiali solo per basse deformazioni in campo elastico; di richiedere, oltre alle analisi sismologiche di registrazione strumentale, analisi geotecniche dinamiche integrative atte a rilevare il comportamento del bedrock sotto sollecitazione, di effettuare le registrazioni per periodi di tempo che dipendono

dalla sismicità dell'area e che possono variare da un minimo di 1 mese ad un massimo di 2 anni.

Per compensare i limiti di un metodo con i vantaggi dell'altro è da valutare la possibilità di integrazione delle due metodologie: in questo modo è possibile effettuare un'analisi quantitativa completa che considera sia l'effetto della tridimensionalità del sito sia il comportamento non lineare dei materiali soggetti a sollecitazioni sismiche.

Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati.

La prima, contenuta nel foglio elettronico **Analisi_sismica_-_curve_lombardia_-_dgr7374_2008.xls**, riporta i valori del modulo di taglio normalizzato (G/G_0) e del rapporto di smorzamento (D) in funzione della deformazione (γ), per diverse litologie.

La seconda banca dati include gli accelerogrammi di riferimento da utilizzare per l'analisi dinamica non lineare delle strutture.

A questo proposito, il territorio regionale è stato suddiviso in 8 fasce caratterizzate da severità sismica omogenea, nelle quali i comuni presentano valori di accelerazione massima attesa al suolo (Gruppo di Lavoro, 2004) e valori dell'ordinata spettrale massima (NTC, 2008) compresi in un range del $\pm 10\%$ dal valore medio.

Per ogni fascia sono stati messi a disposizione 5 accelerogrammi registrati compatibili con quanto previsto dalle Norme e dalla circolare da utilizzare nelle analisi dinamiche dei sistemi geotecnici e raccolti in archivi in formato compresso (.zip) identificati dal numero della fascia corrispondente (Fascia1 – Fascia8).

Il Comune di CISERANO ricade nella fascia 6.

17 NORMATIVA RELATIVA ALLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO

La Carta dei vincoli del Comune di Ciserano illustra il perimetro delle aree di salvaguardia delle acque adibite al consumo umano previste dal D.Lgs. 152/2006. Di seguito si riportano le prescrizioni del suddetto decreto relative alla salvaguardia delle acque destinate al consumo umano.

Art. 94 Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano

1. Su proposta delle Autorità d'ambito, le regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.
2. Per gli approvvigionamenti diversi da quelli di cui al comma 1, le Autorità competenti impartiscono, caso per caso, le prescrizioni necessarie per la conservazione e la tutela della risorsa e per il controllo delle caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano.
3. La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, 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.
4. La zona di rispetto è 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 e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di

vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. É comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

5. Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della parte terza del decreto 152/2006 le regioni e le province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture o attività:

- a) fognature;
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- c) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;
- d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.

6. In assenza dell'individuazione da parte delle regioni o delle province autonome della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

7. Le zone di protezione devono essere delimitate secondo le indicazioni delle regioni o delle province autonome per assicurare la protezione del patrimonio idrico. In esse si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali e zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.

8. Ai fini della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, le regioni e le province autonome individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

- a) aree di ricarica della falda;
- b) emergenze naturali ed artificiali della falda;
- c) zone di riserva.

Si sottolinea, infine, che per quanto riguarda la disciplina all'interno delle zone di rispetto in particolare delle seguenti attività:

- fognature;
- edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- opere viarie, ferroviarie ed in genere di infrastrutture di servizio;
- pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione;

la Regione Lombardia ha emanato un'apposita direttiva contenuta nell'Allegato 1 alla D.G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693, che anticipa la formulazione di un testo unitario concernente la qualità e l'utilizzo delle acque.

18 NORME DI ATTUAZIONE DEL PTCP RELATIVE ALLA DIFESA DEL TERRITORIO

Ai sensi dell'art. 56 della l.r. 12/05, per la parte inerente la difesa del territorio, il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale concorre, in particolare, alla definizione del quadro conoscitivo del territorio regionale, ne definisce l'assetto idrogeologico, in coerenza con le direttive regionali e dell'Autorità di Bacino, censisce ed identifica cartograficamente le aree soggette a tutela o classificate a rischio idrogeologico e sismico.

Sulla Carta dei vincoli del Comune di Ciserano sono riportati gli ambiti individuati a tale proposito dal PTCP (Tavola E1.1 del PTCP "Elementi di pericolosità e di criticità: compatibilità degli interventi di trasformazione del territorio") e soggetti alle seguenti disposizioni.

Art. 44 Criticità in ambito di pianura: prescrizioni

1. La Tav. E.1 del PTCP delimita i perimetri delle aree di criticità in ambito di pianura soggette a rischi conseguenti a:

- fattori naturali di vulnerabilità idrogeologica;
- fattori di eventi esondativi dei corsi d'acqua naturali;
- fattori dovuti ad elevata densità dei pozzi di captazione;
- fattori dovuti ad inquinamenti e alla presenza di cave e discariche.

2. Il PTCP individua nella Tav. E.1:

1. Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono essere assoggettati a puntuale verifica di compatibilità geologica ed idraulica.

Si tratta di ambiti sui quali si rileva la presenza di valori bassi di profondità della falda rispetto al piano campagna e la mancanza, o il limitato spessore, dello strato di impermeabilità superficiale.

In tali aree ogni intervento che possa potenzialmente alterare le condizioni chimico-fisiche delle acque presenti nel sottosuolo (esemplificativamente: insediamenti agricoli; insediamenti industriali giudicati pericolosi, trivellazione di nuovi pozzi) dovrà essere sottoposto ad un approfondito studio di compatibilità idrogeologica ed idraulica che ne attesti l'idoneità.

2. Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono mantenere come soglia minimale le condizioni geologiche ed idrauliche esistenti.

Si tratta di ambiti con presenza della coltre superficiale di contenuta potenzialità ma con falda profonda rispetto al piano campagna e caratterizzati da una elevata densità di pozzi che vengono a costituire zone di connessione per le acque contenute in strati acquiferi, determinando il miscelamento e quindi la variazione dell'originaria composizione idrochimica della falda determinando una elevata vulnerabilità idrologica.

In tali aree dovranno comunque essere effettuati, per ambiti, analisi e studi che diano indicazioni atte a garantire interventi che non riducano le condizioni di assetto idrogeologico vigenti.

Qualora si volessero realizzare pozzi per uso agricolo, industriale o potabile, si dovrà documentare in modo approfondito la effettiva necessità dell'intervento in particolare nelle aree ad elevata vulnerabilità idrogeologica.

Qualora questa fosse avvallata da riscontri oggettivi, si dovrà imporre la realizzazione dell'opera di captazione a regola d'arte, in modo da preservare la qualità dell'acqua delle falde più profonde e protette, impedendo il loro miscelamento con quelle più superficiali e contaminate. Per quanto attiene la gestione e la salvaguardia del pozzo si rimanda al D.L. 258/2000.

4. Aree interessate da fontanili per i quali si dovrà verificare e garantire l'equilibrio idraulico e naturalistico.

E' caratterizzato dall'affioramento delle acque di falda e costituisce zona di particolare vulnerabilità e di rimarchevole caratterizzazione di valenza ambientale.

La Tav. E1 individua la linea del limite superiore dell'ambito dei fontanili.

Per l'elevato grado di vulnerabilità della falda oltre che dell'elevato grado di naturalità, è tassativamente vietato lo scarico di materiali di qualsiasi natura anche quando non venisse rilevata la presenza di acqua.

Dovranno inoltre essere favoriti ed adottati gli interventi finalizzati alla salvaguardia delle falde più profonde.

Specificatamente per i singoli fontanili deve essere inoltre incentivata ed effettuata la periodica manutenzione, volta ad assicurare la massima efficienza della erogazione delle polle e del deflusso delle acque, con spurgo delle masse vegetali e del detrito accumulatisi sia nella testa che nella asta.

Su tutte le aree, ma in particolar modo nella fascia dei fontanili dove la falda freatica sia compresa tra valori di soggiacenza (differenza tra quota del piano campagna e quota di rinvenimento della falda) da 0 a 5 m., dovranno essere eseguiti adeguati approfondimenti geotecnici ed idrogeologici in osservanza al D.M. 21/01/1981 e al Decreto 11/03/1988.

19 BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1994): Storia economica e sociale di Bergamo.
- AA.VV. (1999): Carta geologica della Provincia di Bergamo.
- ARPA DELLA LOMBARDIA, PROVINCIA DI BERGAMO, CNR-SEZIONE DI BERGAMO (2002): Monitoraggio delle acque sotterranee della Provincia di Bergamo.
- BENDOTTI P., BURLINI L., FRANCANI V., SAIBENE L., ZAPPONE A. (1988): Indagine idrogeologica preliminare sulle esondazioni dei fiumi Adda, Brembo e Serio dal 1880 al 1988. Atti convegno: "Conoscenza della struttura idrogeologica della pianura bergamasca per una corretta tutela delle acque sotterranee" - Bergamo 28 giugno 1988.
- BERETTA G.P. (1988): Vulnerabilità degli acquiferi, fasce di rispetto e protezione delle falde dagli inquinanti. Atti convegno: "Conoscenza della struttura idrogeologica della pianura bergamasca per una corretta tutela delle acque sotterranee" - Bergamo 28 giugno 1988.
- BERETTA G.P. (1992): Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee.
- BERETTA G.P., GALLI A., PEZZERA G. (1989): Influenza della struttura idrogeologica della pianura bergamasca sull'inquinamento da atrazina delle acque sotterranee. Acque sotterranee, fasc.22.
- COMIZZOLI G., DESIO A., GELATI R., PASSERI L.D. (1969): Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:10.000 - Foglio 46 (Treviglio).
- CONSORZIO DI BONIFICA DELLA MEDIA PIANURA BERGAMASCA (1993): Studio di gestione coordinata delle acque di superficie e di falda nel territorio compreso tra i fiumi Adda e Oglio e delimitato dalle Prealpi e dalla linea settentrionale di affioramento dei fontanili.
- CORSELLI C., GNACCOLINI M., OROMBELLI G. (1985): Depositi deltizi pliocenici allo sbocco della Val Brembana (Prealpi bergamasche). Riv. It. Paleont. Strat. v.91, n. 1, pp.117-132.
- CREMASCHI M. (1987): Paleosols and Vetusols in the Central Po Plain (Northern Italy). Ed. Unicopli, Studi e Ricerche sul Territorio Nr. 28, 306 pp..
- CREMASCHI M. (1990): Pedogenesi medio olocenica ed uso dei suoli durante il Neolitico in Italia Settentrionale. In: Biagi P. (ed.) - The Neolithisation of the Alpine Region: 71-89.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

- CREMASCHI M., MARCHETTI M. (1992): Changes in fluvial dynamics in the Central Po Plain (Italy) between Lateglacial and Early Holocene. In FRENZEL B.: N.s. Paleoclimate Research/Paloklimaforschung, v.10 (In stampa).
- DENTI E., SALA P. (1988): Struttura idrogeologica della pianura bergamasca centro occidentale, rapporti tra falde e corpi idrici superficiali. Atti convegno:"Conoscenza della struttura idrogeologica della pianura bergamasca per una corretta tutela delle acque sotterranee" - Bergamo 28 giugno 1988.
- DESIO A., VENZO B. (1954): Carta Geologica d'Italia Foglio 33 "Bergamo". Serv. Geolog. It., Roma.
- ECOSPHERA (2000): Progetto di bonifica con misure di sicurezza e ripristino ambientale (D.M. 471/99) – Situazione d'inquinamento da CrVI+ e Ni con fonte inquinologica nell'insediamento Industriale di via Martin Luther King n°5 Ciserano (BG).
- ERSAL (1990): I suoli dell'isola Bergamasca.
- ERSAL (1990): I suoli del Trevigliese.
- ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA CEREALICOLTURA (1990): Trentadue anni di osservazioni meteorologiche a Bergamo.
- OROMBELLI G. (1971): Concetti stratigrafici utilizzabili nello studio dei depositi continentali quaternari. Riv. ital. di Paleont., 77 (2), pp.265-291.
- PANIZZA M. (1972): Schema di legenda per carte geomorfologiche di dettaglio. Boll. Soc. Geol. Ital., 91, (2), pp.207-237.
- PEZZERA G., MEROLA G. (1988): Gli inquinanti chimici come traccianti. Diffusione nelle falde e individuazione delle zone a rischio. Atti convegno:"Conoscenza della struttura idrogeologica della pianura bergamasca per una corretta tutela delle acque sotterranee" - Bergamo 28 giugno 1988.
- PROVINCIA DI BERGAMO (1990): Piano Cave Provinciale, II° settore, sabbie e ghiaie.
- PROVINCIA DI BERGAMO (1990): Qualità delle acque superficiali in Provincia di Bergamo.
- PROVINCIA DI BERGAMO (1995): Piano Cave Provinciale, II° settore, sabbie e ghiaie - Proposta di revisione.
- REGIONE LOMBARDIA (1999): Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino lombardo.

COMUNE DI CISERANO (BG)
COMPONENTE GEOLOGIA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

- REGIONE LOMBARDIA (2001): Acque sotterranee in Lombardia, gestione sostenibile di una risorsa.
- REGIONE LOMBARDIA: Carte ambientali della pianura alla scala 1:25.000.
- STELLA A. (1895): Sui terreni quaternari della valle del Po in rapporto alla carta geologica italiana. Boll. R. Comit. Geol. It., s. III, v. VI, 108-136, Roma.
- UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BERGAMO – POLITECNICO DI MILANO – SERVITEC (2002): Otto comuni per una strategia – Un'identità culturale per l'area Dalmine-Zingonia.
- UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO – CNR – PROVINCIA DI BERGAMO (1999): Carta idrogeologica e dei principali elementi di impatto ambientale della fascia dei fontanili compresa tra i fiumi Adda e Oglio.

ALLEGATI

- STRATIGRAFIE E MISURA DELLA FALDA FREATICA
- SCHEDA ATEg18
- GLOSSARIO GEOFISICO

**STRATIGRAFIE E MISURA
DELLA FALDA FREATICA**

id pratica BG0110081979 Codice faldone 1262 n. captazione 1

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune CISERANO Località Foglio 5 Mappale 308/B

Tipo pratica Subentro Stato pratica Attiva

Data domanda 23/7/1979 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
5	0	Industriale
0	0	Antincendio

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
COSMA	VIA COLLEONI 15/17	CISERANO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	96,5	40	3	12	95

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		40	Terreno vegetale
2	40	1010	Ghiaia assortita compatta con sabbia argillosa bruna
3	1050	500	Ghiaia e ghiaietto argilloso
4	1550	70	Conglomerato grigio verde e giallo arenaceo
5	1620	1380	Arenaria a grana grossa durissima
6	3000	250	Argilla compatta con alternanze di arenaria in prevalenza
7	3250	900	Conglomerato durissimo compatto
8	4150	1800	Conglomerato a grana grossa
9	5950	360	Argilla molto dura giallastra
10	6310	790	Argilla con ciottoli dura e compatta
11	7100	350	Argilla molto dura rossiccia con ghiaietto
12	7450	2050	Conglomerato compatto
13	9500	150	Arenaria con consistenti strati alternati di sabbia

Note prelievo L.S.=-9,23 m (19.10.1999)

id pratica BG0110091973 Codice faldone 1367 n. captazione 1

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune CISERANO Località EX IMEP Foglio Mappale

Tipo pratica Nuova Stato pratica Chiusa

Data domanda 5/10/1973 Inizio concessione // Fine concessione //

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
32	0	Potabile

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
ZINGONE INIZIATIVE FONDIARIE	VIA CAVOUR 1	MILANO	MI

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	62,3	35	4	18,03	62

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		200	Terreno agrario e ghiaia
2	200	300	Ghiaia e argilla
3	500	200	Argilla e conglomerato
4	700	1000	Conglomerato
5	1700	800	Conglomerato e arenaria
6	2500	200	Ghiaia
7	2700	100	Argilla
8	2800	700	Conglomerato
9	3500	200	Argilla
10	3700	1400	Conglomerato
11	5100	300	Ghiaia e poca sabbia
12	5400	400	Argilla
13	5800	430	Conglomerato

Note prelievo

id pratica BG0110141985 **Codice faldone** 1910 **n. captazione** 1

Descrizione Pozzo **Nome pratica**

Comune CISERANO **Località Foglio Mappale** 1804/A

Tipo pratica Nuova **Stato pratica** Attiva

Data domanda 17/5/1985 **Inizio concessione** 10/8/1999 **Fine concessione** 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
12	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
FORTEQ ITALY S.P.A.	PIAZZA MILANO N. 12	CISERANO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	54	30	2	23	54

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		800	Ghiaia mista a terra
2	800	1000	Ghiaia
3	1800	500	Roccia sabbiosa
4	2300	1300	Conglomerato
5	3600	400	Terra argillosa
6	4000	700	Argilla
7	4700	700	Ghiaia conglomerata

Note prelievo

id pratica BG0111711998 Codice faldone 2748 n. captazione 1

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune VERDELLINO Località ZINGONIA Foglio Mappale

Tipo pratica Nuova Stato pratica Attiva

Data domanda 23/9/1998 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
8	0	Aree verdi/aree sportive

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
ATALANTA BERGAMASCA CALCIO S.P.A.	CORSO EUROPA	CISERANO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	66	21,9	4	36,5	63

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		200	Argilla rossa con ghiaia
2	200	300	Ghiaia con trovanti
3	500	1300	Alternanze di conglomerato con piccole lenti di sabbia grigia e ceppo biancastro
4	1800	800	Ghiaia con molta sabbia grigia
5	2600	600	Ghiaia con argilla limosa marrone
6	3200	500	Argilla plastica marrone-grigia con piccoli strati limosi
7	3700	200	Ghiaia
8	3900	1000	Argilla plastica grigia-marrone
9	4900	300	Ghiaia con conglom. con piccole lenti di ceppo biancastro
10	5200	200	Argilla marrone plastica
11	5400	300	Ghiaia con congl. e picc. lenti di cep.
12	5700	300	Argilla plastica grigio-nera
13	6000	400	Ghiaia
14	6400	200	Argilla grigia plastica

Note prelievo L.S.=-9,60 m; L.D.=-18,00 m (20.07.1998)

id pratica BG0118031987 Codice faldone 1304 n. captazione 1

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune CISERANO Località ZINGONIA Foglio 3 Mappale 570 SUB 701

Tipo pratica Subentro Stato pratica Attiva

Data domanda 3/6/1987 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
10	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
ALUCOLOR OX	VIA LONDRA 8	CISERANO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	60	25	2	27,3	52,5

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		60	Terreno di riporto
2	60	90	Terreno vegetale
3	150	300	Argilla e ghiaia
4	450	1020	Ghiaia e argilla compatta
5	1470	580	Strati di conglomerato e ghiaia
6	2050	250	Conglomerato compatto
7	2300	130	Sabbia cementata
8	2430	110	Ghiaietto e sabbia
9	2540	190	Argilla gialla
10	2730	170	Ghiaia e sabbia
11	2900	240	Argilla gialla
12	3140	90	Ghiaia argillosa compatta
13	3230	250	Argilla cenere
14	3480	50	Argilla gialla
15	3530	200	Ghiaia argillosa compatta
16	3730	320	Argilla gialla
17	4050	100	Argilla cenere
18	4150	170	Argilla gialla
19	4320	250	Ghiaia argillosa compatta
20	4570	430	Conglomerato fessurato
21	5000	250	Ghiaia argillosa compatta
22	5250	380	Argilla gialla
23	5630	520	Argilla blu
24	6150	350	Argilla gialla

Note prelievo L.S.=-4,60 m; L.D.=-6,30 m (10.1973)

id pratica BG0119042000 Codice faldone 3459 n. captazione 2

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune CISERANO Località Foglio 7 Mappale 9

Tipo pratica Nuova Stato pratica Attiva

Data domanda 12/6/2000 Inizio concessione 13/6/2000 Fine concessione 12/6/2030

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
18	0	Potabile

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
BAS SERVIZI IDRICI INTEGRATI SPA	VIA SUARDI 26	BERGAMO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	122	35	3	82,5	109,5

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		410	Ghiaia argillosa bruna
2	410	340	Ghiaia e grossi ciottoli
3	750	980	Ghiaia e ciottoli con argilla
4	1730	910	Conglomerato compatto
5	2640	430	Argilla gialla
6	3070	590	Argilla varicolori
7	3660	210	Conglomerato
8	3870	50	Ghiaia argillosa giallastra
9	3920	500	Conglomerato
10	4420	140	Arg. gialla con frammenti di arenar.
11	4560	590	Conglomerato
12	5150	80	Argilla gialla, ghiaia
13	5230	970	Conglomerato
14	6200	730	Argilla grigia e gialla
15	6930	380	Ghiaia compatta
16	7310	840	Arenaria con poca argilla
17	8150	50	Ghiaietto e ghiaia sciolta
18	8200	430	Ghiaietto e ghiaia con lenti di limo e sabbia fine grigia
19	8630	120	Argilla gialla
20	8750	670	Conglomerato poroso
21	9420	380	Argilla gialla sabbiosa
22	9800	160	Argilla grigia
23	9960	180	Ghiaia, sabbia, strati di congl.
24	10140	290	Argilla torbosa e argilla grigia
25	10430	560	Conglomerato poroso e strati di ghiaia
26	10990	190	Ghiaia e argilla gialla
27	11180	3560	Argilla grigia sabbiosa e poi plastica
28	14740	1550	Argilla grigio scura
29	16290	1410	Argilla grigia sabbiosa e poi torbosa
30	17700	3800	Argilla grigia sabbiosa

Note prelievo L.S.=-6,7 m; L.D.=-15,6 (13.01.1987)

id pratica BG0119042000 Codice faldone 3459 n. captazione 1

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune CISERANO Località Foglio 1 Mappale 5

Tipo pratica Nuova Stato pratica Attiva

Data domanda 12/6/2000 Inizio concessione 13/6/2000 Fine concessione 12/6/2030

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
25	0	Potabile

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
BAS SERVIZI IDRICI INTEGRATI SPA	VIA SUARDI 26	BERGAMO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	152	25	4	85	147

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		300	Terreno di riporto
2	300	600	Ghiaia sporca con argilla
3	900	900	Ghiaia mista a sabbia
4	1800	200	Ghiaia e strati di conglomerato
5	2000	400	Conglomerato compatto
6	2400	200	Argilla compatta
7	2600	200	Conglomerato compatto
8	2800	1100	Argilla compatta
9	3900	1300	Conglomerato compatto
10	5200	600	Ghiaia pulita
11	5800	200	Conglomerato compatto
12	6000	400	Argilla compatta
13	6400	900	Ghiaia acquifera e strati di conglomerato
14	7300	400	Argilla e limo
15	7700	300	Argilla compatta
16	8000	200	Conglomerato misto a ghiaia
17	8200	300	Ghiaia, sabbia, strati conglom.
18	8500	200	Ghiaia acquif., conglom. sassi
19	8700	200	Strati di sabbia e conglomerato
20	8900	500	Ghiaione
21	9400	700	Argilla e limo
22	10100	400	Argilla compatta
23	10500	100	Torba
24	10600	400	Ghiaia
25	11000	3300	Argilla e limo fossili
26	14300	500	Sabbia media e grossolana
27	14800	400	Argilla e limo con fossili

Note prelievo L.S.=-9,0 m; L.D.=-16,0 m (01.1987)

id pratica BG0342072004 Codice faldone 00365/PL/04 n. captazione 1

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune CISERANO Località Foglio Mappale 4588

Tipo pratica Nuova Stato pratica Attiva

Data domanda 10/5/2004 Inizio concessione 8/2/2006 Fine concessione 7/2/2036

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
20	0	Antincendio

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
CENTRO EDILE SRL	VIA BERGAMO N. 75	COLOGNO AL SERIO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	65	18	1	50	60

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		1100	Ciottoli e ghiaie grossolane
2	1100	700	Ghiaietto e sabbie fini
3	1800	300	Argilla compatta color nocciola
4	2100	1100	Ghiaietto compatto
5	3200	300	Argilla grigia scura
6	3500	1100	Sabbie addensate
7	4600	300	Argilla creta scagliosa
8	4900	1300	Conglomerato fratturato acquifero
9	6200	300	Argilla grigia scura

Note prelievo L.S.=-9,50 m; L.D.=-47,10 m (23.02.2004)

id pratica BG0342342004 Codice faldone 00361/PL/04 n. captazione 1

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune CISERANO Località Foglio Mappale 1240

Tipo pratica Nuova Stato pratica Attiva

Data domanda 13/4/2004 Inizio concessione 9/8/2005 Fine concessione 8/8/2035

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
0,8	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
RADIATORI 2000 SPA	VIA FRANCESCA, N. 54/A	CISERANO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	68	32,3	2	53	65

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		700	Ghiaia e sabbia
2	700	400	Ghiaia in matrice argillosa
3	1100	800	Ghiaia con poche lenti sabbiose
4	1900	200	Ghiaia in matrice argillosa
5	2100	700	Ghiaia con lenti di conglomerato, buon acquifero
6	2800	500	Argilla con ghiaia
7	3300	700	Conglomerato fessurato, buon acquifero
8	4000	800	Argilla plastica color cenere con poca ghiaia
9	4800	500	Argilla sabbiosa giallastra con poca ghiaia e alternanze argillose
10	5300	300	Conglomerato argilloso, discreto acquifero
11	5600	200	Argilla con poca ghiaia
12	5800	700	Conglomerato fessurato, buon acquifero
13	6500	300	Argilla

Note prelievo L.S.=-12,35 m; L.D.=-17,89 m (05.02.2004)

id pratica BG0342552005 **Codice faldone** 00493/FL/05 **n. captazione** 2**Descrizione** Pozzo **Nome pratica****Comune** CISERANO **Località Foglio** 5 **Mappale** 4203**Tipo pratica** Nuova **Stato pratica** Attiva**Data domanda** 11/7/2005 **Inizio concessione** 29/11/2006 **Fine concessione** 28/11/2036**Usi**

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
1,2	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
CROMA S.P.A.	VIA MARTIN LUTHER KING 5	CISERANO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	25	21,9	1	15	25

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		100	Argilla con ciottoli
2	100	700	Ghiaia con ciottoli
3	800	400	Ghiaia in matrice argillosa rossiccia
4	1200	1200	Ghiaia con pochi livelli di sabbia e argilla
5	2400	100	Ghiaia in matrice argillosa

Note prelievo L.S.=-14,538 m; L.D.=-19,85 m (04.2000)

id pratica BG0343162006 Codice faldone 1546 n. captazione 1

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune CISERANO Località ZINGONIA Foglio Mappale 1750

Tipo pratica Rinnovo Stato pratica Attiva

Data domanda 3/3/2006 Inizio concessione 30/3/2006 Fine concessione 29/3/2036

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
5	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
NICOTRA GEBHARDT S.P.A.	VIA BOSCHETTI 6	MILANO	MI

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	80	35	3	22	71,5

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		200	Avampozzo
2	200	600	Sabbia e ghiaietto con ghiaia
3	800	1400	Conglomerato compatto
4	2200	300	Ghiaia con poca sabbia
5	2500	100	Arenaria
6	2600	200	Ghiaia e poca sabbia
7	2800	800	Arenaria
8	3600	1800	Conglomerato compatto e fessurato
9	5400	400	Ghiaia e sabbia
10	5800	200	Argilla gialla
11	6000	1000	Arenaria
12	7000	200	Ghiaia
13	7200	800	Arenaria

Note prelievo L.S.=-13,20 m; L.D.=-16,00 m (09.1970)

id pratica BG0344842003 Codice faldone 00344/AT/04 n. captazione 1

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune CISERANO Località Foglio 4 Mappale 2019

Tipo pratica In sanatoria Stato pratica Attiva

Data domanda 10/2/2003 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
10	0	Antincendio
5	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
VITALI ECORECUPERI S.R.L.	VIA FRANCESCA 50	CISERANO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	65	26,5	5	40	63,5

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		600	Riporto costituito da terra fine limosa
2	600	1200	Ghiaia con matrice fine limosa di colore marrone, talora prevalente
3	1800	400	Ghiaia sabbiosa in matrice fine limosa talora abbondante
4	2200	1000	Sabbia fine molto compatta di colore marrone, inglobante scarso ghiaietto di origine poligenica, con arrotondamento da discreto a buono
5	3200	100	Ghiaia pulita di colore grigio
6	3300	300	Conglomerato molto compatto costituito da ciottoli poligenici (molti termini metamorfici) anche di grandi dimensioni, a supporto di matrice fine sabbiosa
7	3600	200	Argilla gialla
8	3800	250	Conglomerato molto compatto costituito da ciottoli poligenici anche di grandi dimensioni, a supporto di matrice fine sabbiosa
9	4050	200	Argilla gialla
10	4250	50	Ghiaia pulita
11	4300	400	Conglomerato molto compatto costituito da ciottoli poligenici anche di grandi dimensioni, a supporto di matrice fine sabbiosa
12	4700	50	Argilla gialla
13	4750	250	Conglomerato molto compatto costituito da ciottoli poligenici anche di grandi dimensioni, a supporto di matrice fine sabbiosa
14	5000	100	Argilla gialla
15	5100	100	Ghiaia pulita
16	5200	50	Conglomerato
17	5250	350	Ghiaia e conglomerato
18	5600	100	Sabbia fine marrone, discretamente compatta con molti trovanti poligenici
19	5700	100	Argilla gialla
20	5800	550	Ghiaia e ghiaietto pulito a litologia prevalentemente metamorfica e silicea
21	6350	150	Argilla gialla

Note prelievo L.S.=-14 m; L.D.=-24 m (05.04.2002)

CASTELCROM srl - Situazione di inquinamento da CrVI e Ni con fonte inquinologica nell'insediamento di via M. L. King - Ciserano (BG)

Progetto preliminare di Bonifica con misure di sicurezza e ripristino ambientale

Piano di caratterizzazione - Quaderno delle informazioni di campo

Maltini geotecnici Disegno e Renato s.n.c.

Sede: 41040 COLLETTINO (MN)

Via Politeo 10, 5.° piano

tel. 0576/854643

Fax 0576/854643

Telex 320156

Telex 320156

Telex 320156



Associata ANIPA - Associazione Nazionale Imprese Pozzi Acqua

Spett.le

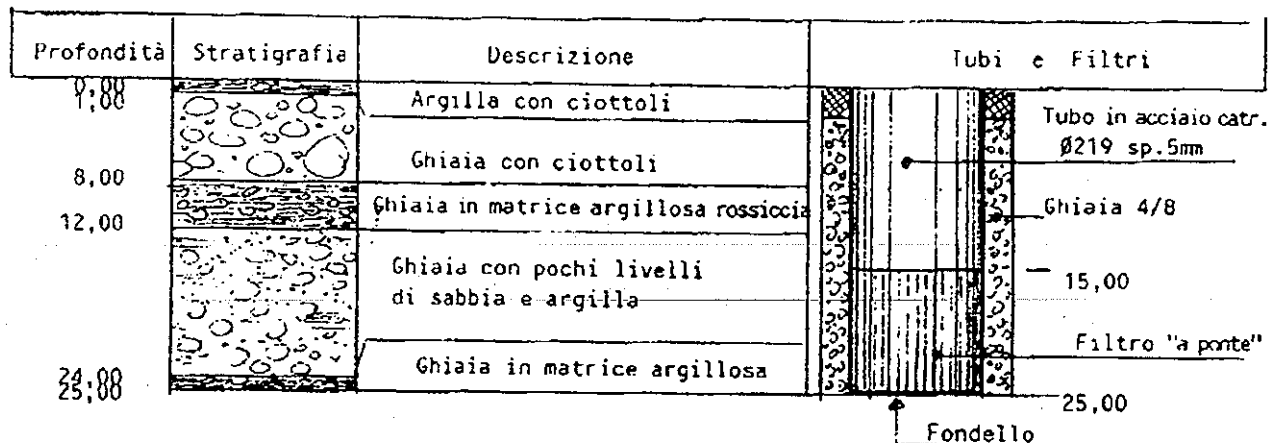
CASTELCROM srl

Viale Industria, 13

24060 CASTELLI CALEPIO (BG)

Solferino

POZZO IN CISERANO (BG)



Liv. Statico ml.

Liv. Dinamico ml.

Portata lt./sec.

MALTINI
TRIVELLAZIONI POZZI ACQUA - ELETTROPOMPE SOMMERSE

Stratigrafia del pozzo di espurgo

Piano di caratterizzazione - Quaderno delle informazioni di campo

DATI GENERALI

SONDAGGIO NUMERO	DATA	PROFONDITÀ TOTALE (m DA P.C.)
S 1	11 Aprile 2000	10 m
TIPO	UBICAZIONE	
Carotaggio a rotazione con sonda autocarrata Fraste	All'interno del pozzetto per la raccolta delle acque meteoriche ubicato sul piazzale nord della ditta	
QUOTA (m S.L.M.)	LONGITUDINE (COORDINATE UTM)	LATITUDINE (COORDINATE UTM)
160	1546368	5048021

STRATIGRAFIA

PROF. (m DA P.C.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA E NOTE SULLA CARATTERIZZAZIONE VISIVA DEGLI INQUINANTI PRESENTI
6.8	Limo marrone, sabbioso con ciottoli. Presenza di fango verde al tetto
8.8	Sabbia con ghiaia limosa e ciottoli
10	Ghiaia e sabbia

NOTE

Il carotaggio è stato eseguito a partire dal fondo del pozzo perdente (-5 m dal p.c.)

Visivamente non si osserva la presenza di Cromo. Si segnala colorazione verde argille (Nichel e Rame).

MOLESTIA OLFATTIVA (VERIFICARE A PRIORI LA NECESSITÀ DELLA MASCHERA - VEDI MODELLO CONCETTUALE)

INTENSITÀ			PERSISTENZA NEL TEMPO			
ALTA	MEDIA	BASSA	ASSENTE	PERMANENTE	PROLUNGATA	TEMPORANEA
NOTE						

DESCRIZIONE FALDA

ASSENTE	QUOTA (m S.L.M.) Non disponibile
NOTE	

CAMPIONAMENTO

CONDIZIONE METEOROLOGICA sereno		Data 11 Aprile 2000	
ORA CAMPIONAMENTO 17.00		QUANTITÀ PER CAMPIONE	
N° CAMPIONE	PROF. (m DA P.C.)	LITOLOGIA	NOTE
A	5,0-5,50	Limi argillosi verdi	Presenza di Cr, Ni e Cu
B	5,50-6,0		idem
C	6,0-6,50		idem

NOTE

Campionamento eseguito dai tecnici Ecosphera s.r.l. e da parte dei tecnici dell'ASL di Treviglio, Conti e Ceruti
Riferimento verbale di prelevamento ASL di Bergamo- sede di Treviglio n°51

Piano di caratterizzazione - Quaderno delle informazioni di campo

SCHEDA 2

DATI GENERALI

SONDAGGIO NUMERO	DATA	PROFONDITÀ TOTALE (m DA P.C.)
S 2	11 Aprile 2000	9 m
TIPO	UBICAZIONE	
Carotaggio a rotazione con sonda autocarrata Fraste	Sul piazzale ovest della ditta	
QUOTA (m S.L.M.)	LONGITUDINE (COORDINATE UTM)	LATITUDINE (COORDINATE UTM)
160	1546354	5047986

STRATIGRAFIA

PROF. (m DA P.C.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA E NOTE SULLA CARATTERIZZAZIONE VISIVA DEGLI INQUINANTI PRESENTI
0.6	Asfalto
1.40	Terreno vegetale
2.20	Argilla- limosa marrone compatta, debolmente sabbiosa con ciottoli
9.00	Sabbia e ghiaia sporca, con ciottoli di diametro fino ai 7-8 cm

NOTE

Visivamente non si osserva la presenza di cromo

MOLESTIA OLFATTIVA (VERIFICARE A PRIORI LA NECESSITÀ DELLA MASCHERA - VEDI MODELLO CONCETTUALE)

INTENSITÀ	PERSISTENZA NEL TEMPO			
ALTA	MEDIA	BASSA	ASSENTE	PERMANENTE
				PROLUNGATA
				TEMPORANEA

NOTE

DESCRIZIONE FALDA

ASSENTE

QUOTA (m S.L.M.) Non disponibile

NOTE: profondità fondo-foro al di sopra della superficie di falda

Non si rileva alcun elemento che testimoni la presenza di ristagni idrici nel sopra-falda sino a -9.00 m dal p.c.

CAMPIONAMENTO

CONDIZIONE METEOROLOGICA sereno

ORA CAMPIONAMENTO 16.00

QUANTITÀ PER CAMPIONE

N° CAMPIONE	PROF. (m DA P.C.)	LITOLOGIA	NOTE
3	Da -1 a -3	Argilla limosa deb. sabbiosa	
2	Da -3 a -6	Ghiaia e sabbia	
1	Da -6 a -9	Ghiaia e sabbia	

NOTE

Campionamento eseguito dai tecnici Ecosphera

Piano di caratterizzazione - Quaderno delle informazioni di campo

SCHEDA 3

DATI GENERALI

SONDAGGIO NUMERO	DATA	PROFONDITÀ TOTALE (m DA P.C.)
S 3	11 Aprile 2000	7.50 m
TIPO	UBICAZIONE	
Carotaggio a rotazione con sonda autocarrata Fraste	All'interno del capannone est della ditta	
QUOTA (m S.L.M.)	LONGITUDINE (COORDINATE UTM)	LATITUDINE (COORDINATE UTM)
160	1546378	5047990

STRATIGRAFIA

PROF. (m DA P.C.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA E NOTE SULLA CARATTERIZZAZIONE VISIVA DEGLI INQUINANTI PRESENTI
0.40	Cemento
1.50	Sabbia e ghiaia sporca
2.20	Limo sabbioso marrone compatto, con ciottoli decimetrici
7.50	Sabbia e ghiaia sporca, con ciottoli poligenici, subarrotondati

NOTE

Visivamente non si osserva la presenza di cromo

MOLESTIA OLFATTIVA (VERIFICARE A PRIORI LA NECESSITÀ DELLA MASCHERA - VEDI MODELLO CONCETTUALE)

INTENSITÀ				PERSISTENZA NEL TEMPO			
ALTA	MEDIA	BASSA	ASSENTE	PERMANENTE	PROLUNGATA	TEMPORANEA	
NOTE							

DESCRIZIONE FALDA

ASSENTE

QUOTA (m S.L.M.) Non disponibile

NOTE: profondità fondo-foro al di sopra della superficie di falda

Non si rileva alcun elemento che testimoni la presenza di ristagni idrici nel sopra-falda sino a -7,50 m dal p.c.

CAMPIONAMENTO

CONDIZIONE METEOROLOGICA

ORA CAMPIONAMENTO

QUANTITÀ PER CAMPIONE

N° CAMPIONE

PROF. (m DA P.C.)

LITOLOGIA

NOTE

NOTE

Sulla base delle osservazioni dirette non si è ritenuto opportuno effettuare Campionamento

Piano di caratterizzazione - Quaderno delle informazioni di campo

SCHEDA 6

DATI GENERALI

PIEZOMETRO INCLINATO DI LAVAGGIO	DATA	PROFONDITÀ TOTALE (m DA P.C.)
F3	14 Aprile 2000	- 9.2 (in verticale)
LUNGHEZZA PIEZOMETRO (m)	INCLINAZIONE	AZIMUTH
15 m	38°	330°
	DIAMETRO PIEZOMETRO (pollici)	TRATTO FILTRATO (sulla lunghezza)
	2	Da -5 a -15
TIPO	UBICAZIONE	
Carotaggio realizzato a rotazione con sonda cingolata Casagrande C 6	Nel piazzale sud della ditta a valle della vasca	
QUOTA (m S.L.M.)	LONGITUDINE (COORDINATE UTM)	LATITUDINE (COORDINATE UTM)
160	1546373	5047963

STRATIGRAFIA

PROF. (m sulla lunghezza)	DESCRIZIONE LITOLOGICA E NOTE SULLA CARATTERIZZAZIONE VISIVA DEGLI INQUINANTI PRESENTI
0.20	Asfalto
2.00	Sabbia ghiaia sporca con ciottoli
2.40	Limo sabbioso marrone, compatto, con ciottoli
2.80	Limo marrone compatto debolmente sabbioso con ciottoli
3.20	Ghiaia e ciottoli in matrice limoso- sabbiosa
8.00	Sabbia e ghiaia con ciottoli (tracce di cromo a partire da 5 m)
8.70	Sabbia e ghiaia con depositi giallastri (tracce di cromo)
9.00	Limo marrone compatto, debolmente sabbioso (tracce di cromo)
9.80	Sabbia con ciottoli e ghiaia sporca (tracce di cromo)
10.00	Sabbia e ghiaia con lenti argilloso- limose (tracce di cromo)
11.80	Sabbia e ghiaia sporca con ciottoli (tracce di cromo)
15.00	Limo sabbioso, marrone compatto, con ciottoli

NOTE

Da - 5 metri (-3 m in verticale) si osservano tracce di cromo (depositi di colorazione giallastra).

MOLESTIA OLFATTIVA (VERIFICARE A PRIORI LA NECESSITÀ DELLA MASCHERA - VEDI MODELLO CONCETTUALE)

INTENSITÀ	PERSISTENZA NEL TEMPO
ALTA MEDIA BASSA ASSENTE	PERMANENTE PROLUNGATA TEMPORANEA

NOTE

DESCRIZIONE Falda

QUOTA (m S.L.M.) Non disponibile

NOTE: profondità perforo (9,2 m in verticale) al di sopra del livello della falda freatica

Rilevato debole ristagno idrico al di sopra dell'intervallo argilloso con tetto posto a circa 11,8 m (7,2 metri da p.c. sulla verticale)

Piano di caratterizzazione - Quaderno delle informazioni di campo

SCHEDA 8

DATI GENERALI

PIEZOMETRO INCLINATO DI LAVAGGIO	DATA	PROFONDITÀ TOTALE (m DA P.C.)
F5	14 Aprile 2000	- 7.7
LUNGHEZZA PIEZOMETRO (m)	INCLINAZIONE	AZIMUTH
11 m	45°	90°
	DIAMETRO PIEZOMETRO (pollici)	TRATTO FILTRATO (sulla lunghezza)
	2	Da -2 a -11
TIPO	UBICAZIONE	
Carotaggio realizzato a rotazione con sonda cingolata Casagrande C 6	Nel tratto-piazzale ovest della ditta, a monte della vasca	
QUOTA (m S.L.M.)	LONGITUDINE (COORDINATE UTM)	LATITUDINE (COORDINATE UTM)
160	1546378	5047968

STRATIGRAFIA

PROF. (m in lunghezza)	DESCRIZIONE LITOLOGICA E NOTE SULLA CARATTERIZZAZIONE VISIVA DEGLI INQUINANTI PRESENTI
0.15	Asfalto
0.80	Sabbia con ciottoli subarrotondati e locale presenza di livelli argillosi
2.70	Sabbia e ghiaia sporca con ciottoli
3.50	Sabbia e ghiaia con presenza di locali intercalazioni argillose
3.60	Limo sabbioso grigio, compatto e maleodorante
4.00	Limo sabbioso marrone, compatto, (tracce di cromo da 4 m)
10.00	Sabbia e ghiaia con ciottoli (tracce di cromo)
10.10	Sabbia compatta debolmente argilloso- limosa (tracce di cromo)
10.40	Sabbia debolmente limosa con ciottoli (tracce di cromo)
11.00	Limo sabbioso marrone, compatto, con ciottoli (tracce di cromo)

NOTE

Da - 4 metri si osservano tracce di cromo, depositi di colorazione giallastra.

MOLESTIA OLFATTIVA (VERIFICARE A PRIORI LA NECESSITÀ DELLA MASCHERA - VEDI MODELLO CONCETTUALE)

INTENSITÀ				PERSISTENZA NEL TEMPO		
ALTA	MEDIA	BASSA	ASSENTE	PERMANENTE	PROLUNGATA	TEMPORANEA

NOTE

Odore di fogna a partire da 3.5 metri sulla lunghezza del piezometro (2,5 m in verticale)

Tracce di Cromo a partire da 4 m (2,8 m di profondità sulla verticale)

DESCRIZIONE FALDA

QUOTA (m S.L.M.) Non raggiunta

NOTE: Tetto livello limoso 10,40 m sulla lunghezza (- 7,35 m in verticale)

Piano di caratterizzazione - Quaderno delle informazioni di campo

SCHEDA 9

DATI GENERALI

PIEZOMETRO VERTICALE DI LAVAGGIO	DATA	PROFONDITÀ TOTALE (m DA P.C.)
F6	13 Aprile 2000	12 m
LUNGHEZZA PIEZOMETRO (m)	INCLINAZIONE	AZIMUTH
12 m	verticale	
	DIAMETRO PIEZOMETRO (pollici)	TRATTO FILTRATO (sulla lunghezza)
	3	Da -2 a -12
TIPO	UBICAZIONE	
Carotaggio realizzato a rotazione con sonda cingolata Fraste multidrill PL	All'interno del capannone ad est della vasca di contenimento dei serbatoi di recupero	
QUOTA (m S.L.M.)	LONGITUDINE (COORDINATE UTM)	LATITUDINE (COORDINATE UTM)
160	1546377	5047974

STRATIGRAFIA

PROF. (m in lunghezza)	DESCRIZIONE LITOLOGICA E NOTE SULLA CARATTERIZZAZIONE VISIVA DEGLI INQUINANTI PRESENTI
0.40	Cemento
0.80	Sabbia pietrisco e ghiaietto di riporto
2.00	Terreno vegetale con ciottoli
2.70	Sabbia limosa con ciottoli (tracce di cromo)
3.10	Sabbia e ghiaia sporca poligenica con intercalazioni cementate (tracce di cromo)
3.50	limo marrone compatto, debolmente sabbioso con tracce di Cromo
3.90	Sabbia e ghiaia grossa (tracce di cromo)
4.00	Limo marrone e sabbia compatte (tracce di cromo)
4.90	Sabbia e ghiaia sporca con ciottoli (tracce di cromo)
5.00	Limo marrone compatto, sabbioso (tracce di cromo)
7.50	Sabbia e ghiaia sporca con ciottoli subarrotondati e sottili intercalazioni limoso- argillose (tracce di cromo)
8.00	Limo marrone compatto con sabbia (tracce di cromo)
8.30	Ghiaia e sabbia con lenti limoso- argillose (tracce di cromo)
12.00	Limo marrone compatto, sabbioso (tracce di cromo)

NOTE

Da - 2.70 metri in poi si osservano tracce di cromo, depositi di colorazione giallastra.

MOLESTIA OLFATTIVA (VERIFICARE A PRIORI LA NECESSITÀ DELLA MASCHERA - VEDI MODELLO CONCETTUALE)

INTENSITÀ				PERSISTENZA NEL TEMPO		
ALTA	MEDIA	BASSA	ASSENTE	PERMANENTE	PROLUNGATA	TEMPORANEA
NOTE						

DESCRIZIONE FALDA

PRESENTE

QUOTA (m S.L.M.) Non disponibile

NOTE

Presenza di ristagno temporaneo d'acqua al di sopra dello strato limoso posto a -8.30 m da pc

Piano di caratterizzazione - Quaderno delle informazioni di campo

SCHEDA 15

DATI GENERALI

POZZO DI SPURGO	DATA	PROFONDITÀ TOTALE (m DA P.C.)
POZZO DI ESPURGO	13 Aprile 2000	- 25 m
	DIAMETRO COLONNA	TRATTO FILTRATO (sulla lunghezza)
	219 mm	Da -15 a -25
TIPO	UBICAZIONE	
Rotazione a circolazione diretta	All'esterno del piazzale sud della ditta	
QUOTA (m S.L.M.)	LONGITUDINE (COORDINATE UTM)	LATITUDINE (COORDINATE UTM)
158.35	1546375	5047957
NOTE:		

STRATIGRAFIA

PROF. (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA E NOTE SULLA CARATTERIZZAZIONE VISIVA DEGLI INQUINANTI PRESENTI
1.00	Argilla con ciottoli
8.00	Ghiaia con ciottoli
12.00	Ghiaia in matrice argillosa rossiccia
24.00	Ghiaia con pochi livelli di sabbia e argilla
25.00	Ghiaia in matrice argillosa
NOTE	

MOLESTIA OLFATTIVA (VERIFICARE A PRIORI LA NECESSITÀ DELLA MASCHERA - VEDI MODELLO CONCETTUALE)

INTENSITÀ		PERSISTENZA NEL TEMPO				
ALTA	MEDIA	BASSA	ASSENTE	PERMANENTE	PROLUNGATA	TEMPORANEA
NOTE						

DESCRIZIONE FALDA

PRESENTE	QUOTA (m S.L.M.)	143
NOTE		
Falda presente a partire da -15 m da p.c.		

CAMPIONAMENTO DELL'ACQUA DI FALDA

CONDIZIONE METEOROLOGICA	DATA
ORA CAMPIONAMENTO	
NOTE	

GEOSER S.r.l.
Via Basilicata 11
27100 Pavia
0382-576081

Globo Service S.r.l.

Località: Ciserano (BG) - Via Berna

SCALA 1:150

Data 18.03.10

Sondaggio n.

Pz1

Attrezzatura e metodo di perforazione:

Nenzi Gelma I - Carotaggio continuo

☐ Campione rimaneggiato

☐ Campione a percussione

☐ LEFRANC

☒ Campione S.P.T.

☐ Campione ind. a pressione

Prova di permeabilità

☐ Campione da Vana Test

☐ Campione ind. rotativo

☐ LUGEON

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA' m

Rivest.

Foro

SERA

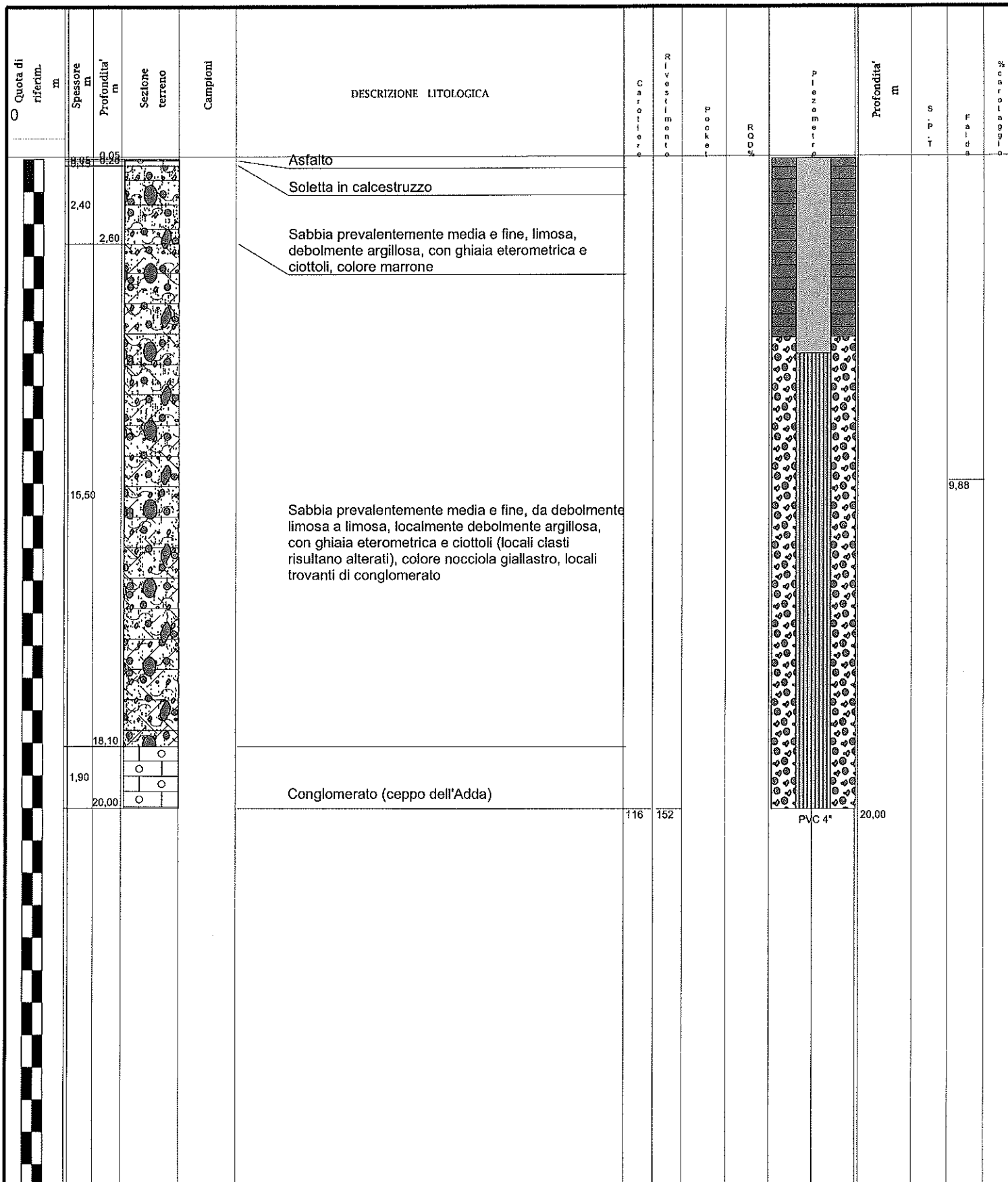
Data

H

MATTINO

Data

H



GEOSER S.r.l.
Via Basilicata 11
27100 Pavia
0382-576081

Globo Service S.r.l.
Localita': Ciserano (BG) - Via Berna

SCALA

1:150

Data

17.03.10

Sondaggio n.

Pz2

Attrezzatura e metodo di perforazione:

Nenzi Gelma I - Carotaggio continuo

☐ Campione rimaneggiato

☐ Campione a percussione

☐ LEFRANC

☐ Campione S.P.T.

☐ Campione ind. a pressione

Prova di permeabilita'

☐ Campione da Vana Test

☐ Campione ind. rotativo

☐ LUGEON

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA' m

Rivest.

Foro

SERA

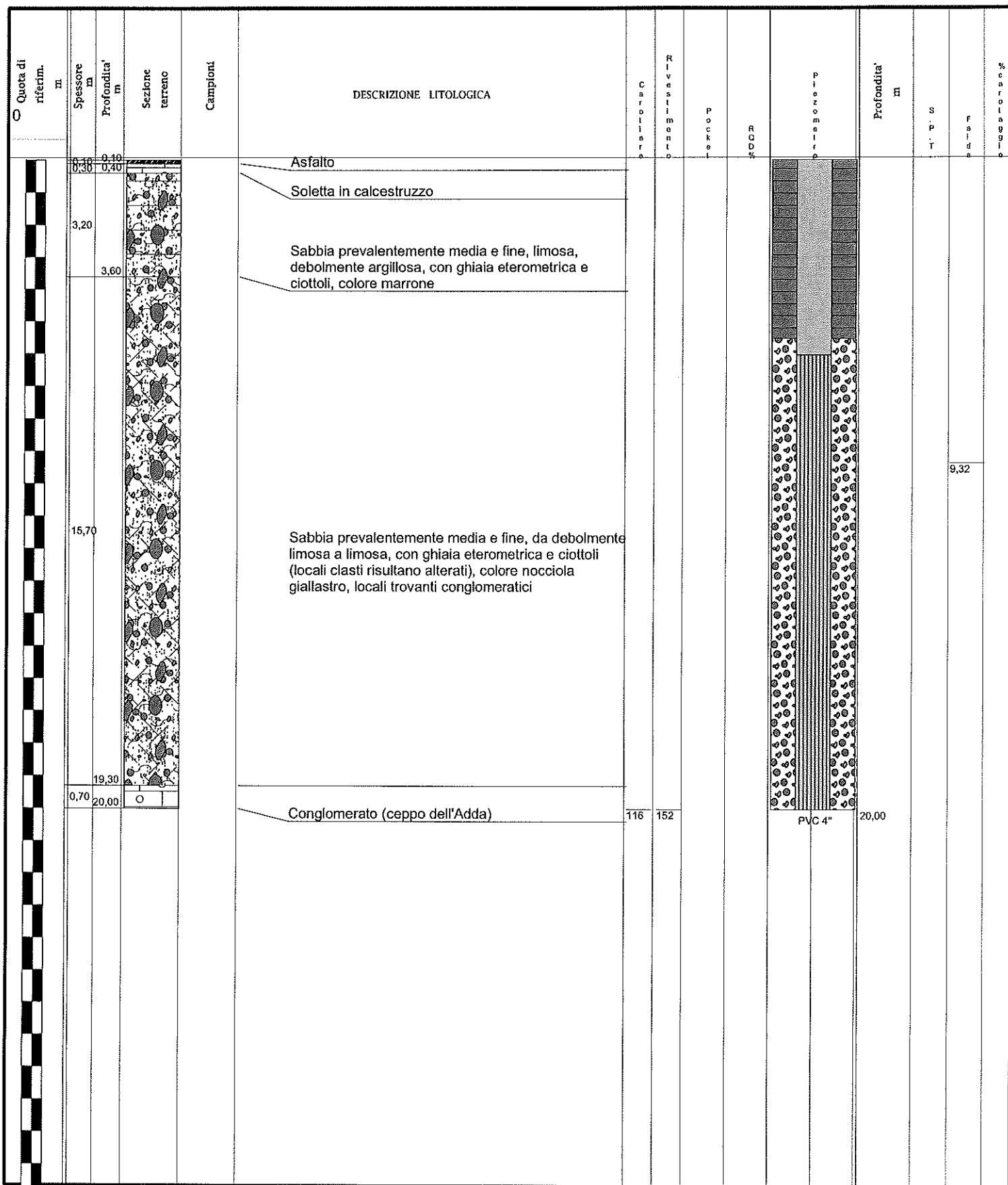
Data

H

MATTINO

Data

H



GEOSER S.r.l.
Via Basilicata 11
27100 Pavia
0382-576081

Globo Service S.r.l.
Località: Ciserano (BG) - Via Berna

SCALA 1:150

Data 23.03.10

Sondaggio n. Pz3

Attrezzatura e metodo di perforazione:

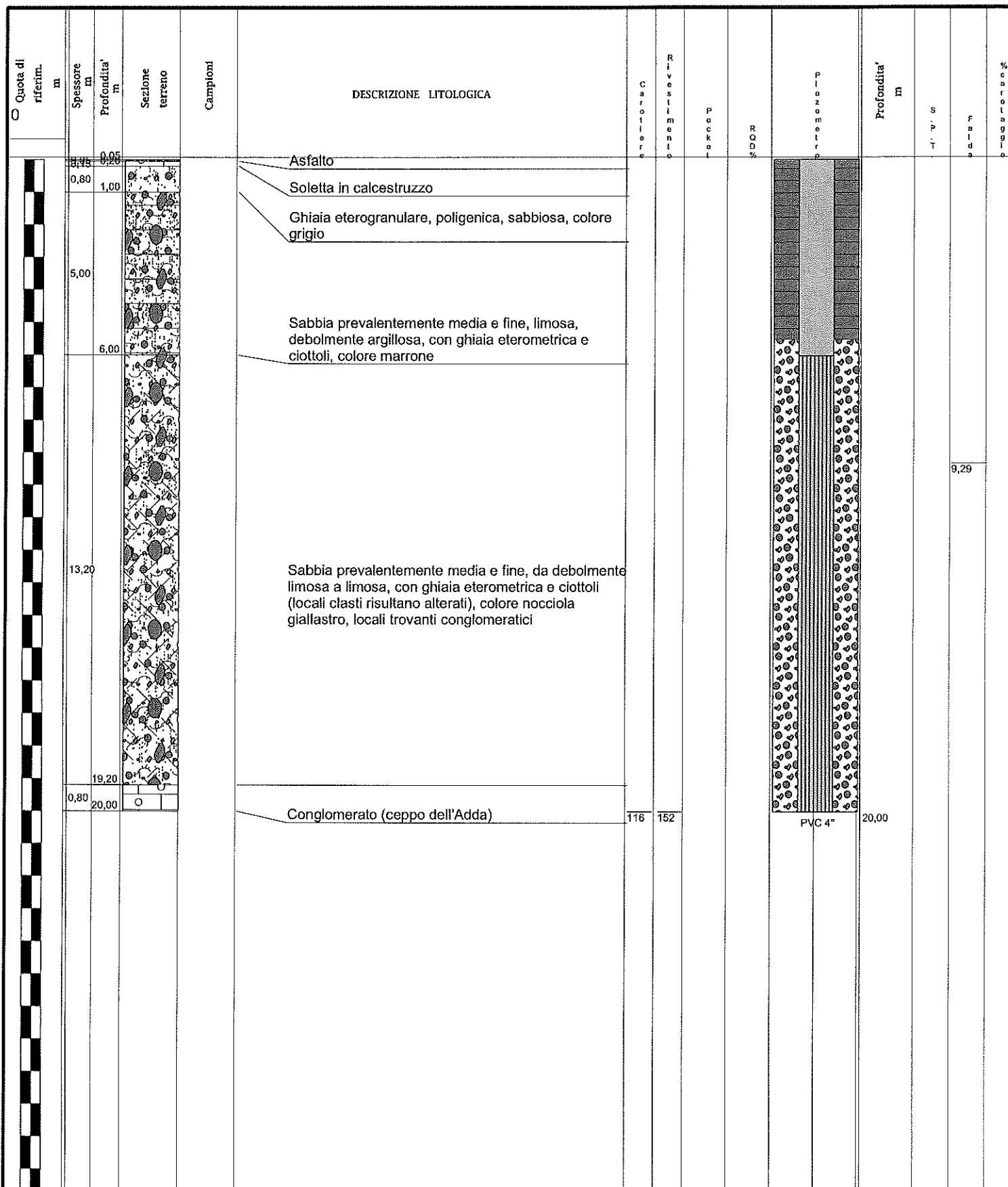
Nenzi Gelma I - Carotaggio continuo

- ☐ Campione rimaneggiato
☒ Campione S.P.T.
☐ Campione da Vana Test

- ☐ Campione a percussione
☐ Campione ind. a pressione
☐ Campione ind. rotativo

- ☐ LEFRANC
Prova di permeabilità
☐ LUGEON

PROFONDITA' m		LIVELLI ACQUA			
Rivest.	Foro	SERA		MATTINO	
		Data	H	Data	H



GEOSER S.r.l.
Via Basilicata 11
27100 Pavia
0382-576081

Globo Service S.r.l.
Località: Ciserano (BG) - Via Berna

SCALA

1:150

Data

24.03.10

Sondaggio n.

Pz5

Attrezzatura e metodo di perforazione:

Nenzi Gelma I - Carotaggio continuo

☐ Campione rimaneggiato

☒ Campione S.P.T.

☐ Campione da Vana Test

☐ Campione a percussione

☐ Campione ind. a pressione

☐ Campione ind. rotativo

☐ LEFRANC

Prova di permeabilità

☐ LUGION

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA' m

Rivest.

Foro

SERA

Data

H

MATTINO

Data

H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Rivestimento Carotatore	Pacchetto	RQD %	Piezometro	Profondità m	S.P.T.	Falda	% carotaggio
	0,20	0,20			Terreno vegetale								
	2,80	3,00			Materiale di riporto costituito da sabbia, ghiaia, macerie di inerti, plastica, vetro e legno								
	16,00	19,00			Ghiaia eterometrica e ciottoli (locali clasti risultano alterati) con sabbia prevalentemente media e fine, da debolmente limosa a limosa, colore nocciola giallastro; presenza di locali trovanti conglomeratici centimetrici da 13,00 m di profondità							8,10	
	2,00	21,00			Conglomerato (ceppo dell'Adda)								
	3,50	24,50			Ghiaia eterometrica, poligenica e locali trovanti centimetrici di conglomerato con sabbia da grossolana a fine, debolmente limosa, colore grigio								
	0,50	25,00			Argilla limosa beige	116	152		PVC 4"	25,00			

IDROTECNICA MANTOVANI s.r.l.

Via Segrino, 6 - 20098 Sesto Ulleriano di S. Giuliano Milanese (MI)
Tel. (02) 9880026 / 98281651 - Fax 98281628

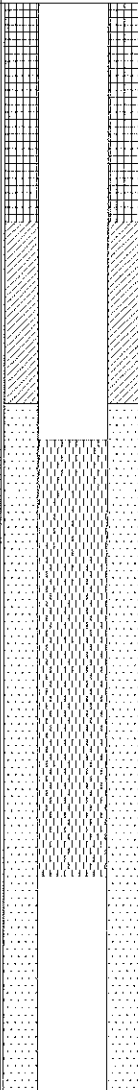
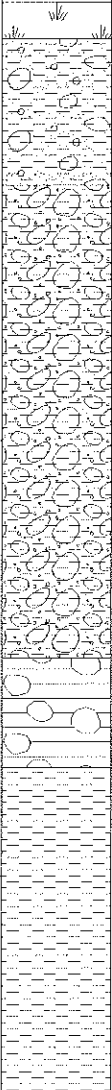
Committente: Comune di Ciserano (BG)	Denominazione pozzo: PzN6
Commessa: M10/033	Perforazione: Carotaggio continuo a secco
Novembre 2010	

Scala 1:200	Perforazione	col.produtz.[mm]	Pozzo	Profondità	Descr. pozzo	Stratigrafia	Profondità'	Descrizione
1	178.00	4"			Tratto cieco. Riempimento con materiali di risulta		1.00	Terreno agricolo
2								Ghiaia e ciottoli in matrice argilloso-limosa
3								
4								
5								
6				6.00	Tratto cieco. Cementazione			
7								
8								
9								
10								
11				11.00	Tratto cieco. Ghiaietto siliceo selezionato			
12				12.00	Tratto fenestrato. Ghiaietto siliceo selezionato			
13								
14								
15								
16								
17								
18							18.00	Conglomerato
19								
20								
21								
22							21.00	Argilla plastica
23								
24				24.00	Tratto cieco. Ghiaietto siliceo selezionato			
25								
26								
27								
28								
29								
30				30.00			30.00	

IDROTECNICA MANTOVANI s.r.l.

Via Segrino, 6 - 20098 Sesto Uteriano di S. Giuliano Milanese (Mi)
Tel. (02) 9880026 / 98281651 - Fax 98281628

Committente: Comune di Ciserano (BG)	Denominazione pozzo: PzN7
Commessa: M10/033	Perforazione: Carotaggio continuo a secco
Novembre 2010	

Scala 1:200	Perforazione	col. produz. [mm]	Pozzo	Profondità	Descr. pozzo	Stratigrafia	Profondità'	Descrizione
1	178.00	4"		6.00	Tratto cieco. Riempimento con materiali di risulta		1.00	Terreno agricolo
2								Sabbia limosa con ghiaia eterometrica e ciottoli
3								
4								
5								
6							5.00	
7					Tratto cieco. Cementazione			Ciottoli e ghiaia in matrice argillosa
8								
9								
10								
11								
12				11.00	Tratto cieco. Ghiaietto siliceo selezionato			
13				12.00				
14					Tratto fenestrato. Ghiaietto siliceo selezionato			
15								
16								
17								
18								
19							18.00	Conglomerato
20								
21								
22							21.00	Argilla plastica
23								
24								
25				24.00	Tratto cieco. Ghiaietto siliceo selezionato			
26								
27								
28								
29								
30				30.00			30.00	

IDROTECNICA MANTOVANI s.r.l.

Via Segrino, 6 - 20098 Sesto Uteriano di S. Giuliano Milanese (MI)
Tel. (02) 9880026 / 98281651 - Fax 98281628

Committente: Comune di Ciserano (BG)	Denominazione pozzo: PzN8
Commessa: M10/033	Perforazione: Carotaggio continuo a secco
Novembre 2010	

Scala 1:200	Perforazione	col. produz. [mm]	Pozzo	Profondità	Descr. pozzo	Stratigrafia	Profondità'	Descrizione
1	178.00	4"			Tratto cieco. Riempimento con materiali di risulta		1.00	Terreno agricolo
2								Sabbia limosa con ghiaia eterometrica e ciottoli
3								
4								
5								
6				6.00	Tratto cieco. Cementazione		5.00	Ciottoli e ghiaia in matrice argillosa
7								
8								
9								
10								
11				11.00	Tratto cieco. Ghiaietto siliceo selezionato			
12				12.00	Tratto fenestrato. Ghiaietto siliceo selezionato			
13								
14								
15								
16								
17								
18							18.00	Conglomerato
19								
20								
21								
22							21.00	Argilla plastica
23								
24								
25				24.00	Tratto cieco. Ghiaietto siliceo selezionato			
26								
27								
28								
29								
30				30.00			30.00	

GEOSER S.r.l.
Via Basilicata 11
27100 Pavia
0382-576081

Globo Service
Localita': Ciserano (BG) - Via Solferino

SCALA

1:150

Data

24.02.11

Sondaggio n.

PZ9

Attrezzatura e metodo di perforazione:

Geomarc GM1000 - Carotaggio continuo

☐ Campione rimaneggiato

☒ Campione S.P.T.

☒ Campione da Vana Test

☐ Campione a percussione

☐ Campione ind. a pressione

☐ Campione ind. rotativo

☐ LEFRANC

Prova di permeabilita'

☐ LUGION

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA' m

Rivest.

Foro

SERA

Data

H

MATTINO

Data

H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotatore	Rivestimento	Pocket	ROD %	Piezometro	Profondita' m	S.P.T.	Falda	% carotaggio
	1,00	1,00			Terreno vegetale									
	5,00	6,00			Sabbia media e fine, marrone, localmente debolmente limosa, con ghiaia grossa e fine									
	3,00	9,00			Sabbia media e fine, nocciola, limosa, con ghiaia grossa e fine								5,79	
	11,00	20,00			Sabbia media e fine, nocciola, debolmente limosa, con ghiaia grossolana e fine									
	1,00	21,00			Conglomerato a parziale cementazione (ceppo)									
	2,90	23,90			Sabbia grossolana e fine, marrone, con ghiaia grossa e fine									
	0,90	24,80			Sabbia media e fine, rossastra, limosa, con rara ghiaia									
	0,20	25,00			Argilla compatta, verde, debolmente sabbiosa									
						116	152			PVC 4"	25,00			

GEOSER S.r.l.
Via Basilicata 11
27100 Pavia
0382-576081

Globo Service

Località: Ciserano (BG) - Via Solferino

SCALA

1:150

Data

25.02.11

Sondaggio n.

PZ10

Attrezzatura e metodo di perforazione:

Geomarc GM1000 - Carotaggio continuo

☐ Campione rimaneggiato

☐ Campione S.P.T.

☐ Campione da Vana Test

☐ Campione a percussione

☐ Campione ind. a pressione

☐ Campione ind. rotativo

☐ LEFRANC

Prova di permeabilità

☐ LUGEON

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA' m

Rivest.

Foro

SERA

Data

H

MATTINO

Data

H

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere	Rivestimento	Pocket	ROD %	Piezometro	Profondità m	S.P.T.	Falda	% carotaggio
	1,20	1,20			Terreno vegetale									
	4,80	6,00			Sabbia media e fine, marrone, localmente debolmente limosa, con ghiaia grossa e fine									
	3,20	9,20			Sabbia media e fine, nocciola, limosa, con ghiaia grossa e fine								5,78	
	10,80	20,00			Sabbia media e fine, localmente debolmente limosa, con ghiaia grossolana e fine									
	1,50	21,50			Conglomerato a parziale cementazione (ceppo)									
	2,30	23,80			Sabbia grossolana media e fine, marrone, con ghiaia grossa e fine									
	0,50	24,30			Sabbia media e fine, rossastra, limosa, con rara ghiaia									
	0,70	25,00			Argilla compatta, verde, debolmente sabbiosa	116	152			PVC 4"	25,00			

PZ11


LUGEON

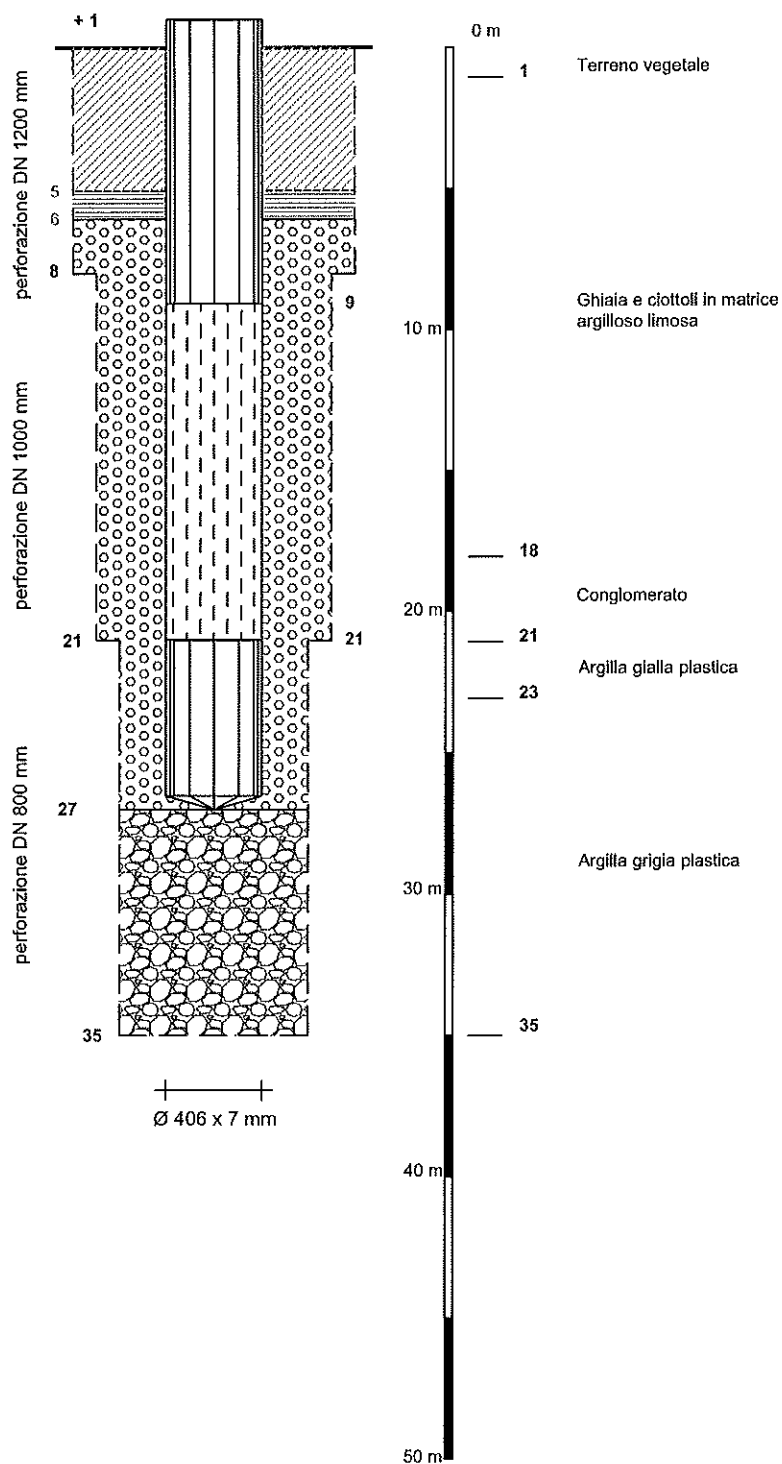
Data	
------	--

[illegible]

Ciserano (BG)

Comune di Ciserano
Pozzo di sbarramento P3

n. P3



Data: 09/12/2010

I.s. 2.905 m d p.c.

I.d. 3.050 m

Q 2.80 l/s

I.d. 3.220 m

Q 6.10 l/s

I.d. 3.545 m

Q 8.60 l/s

I.d. 3.980 m

Q 12.70 l/s

AII. 1

NOTE: perforazione a
rotazione a secco
e rivestimento a
seguire



cementazione

dreno siliceo
3.0 - 4.5 mmcolonna in
acciaio bitumatotampone con argilla
tipo "compactonil"filtri "a ponte"
luce 1.5 mmriempimento con
ghiaia lavata

Ditta Costruttrice:
Idrotecnica Mantovani

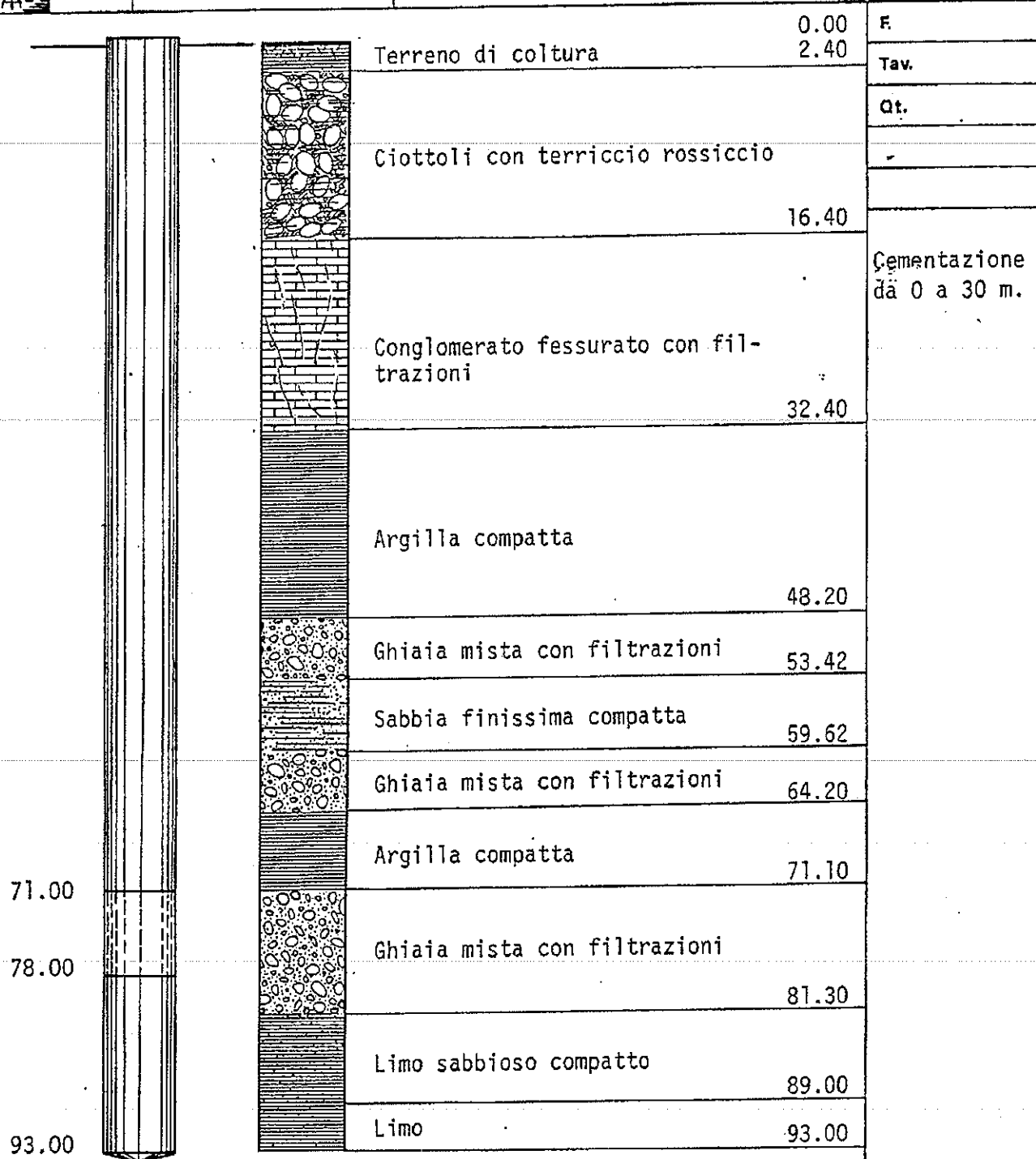


BG

ARCENE

Comune - Acquedotto - Via Leopardi

3



DITTA PERFORATRICE

I.P.T.A.
(1758)

DATA

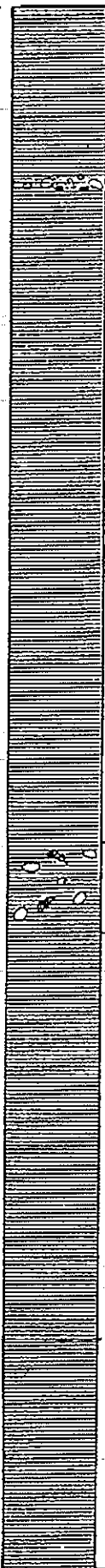
Mar. 1982

L.S.

L.D.

Q (l/sec)

BG		ARCENE		Comune - Acquedotto - Via Carsanighe	
TUBETTI PIEZ.				F.	
				Tav.	
				Qt.	
				Ø Perforaz. 800	
				Prova 72-78 m	
				l.s. 4.0	
				l.d. 5.0	
				l/sec 3	
				Prova 94-98.5	
				l.s. 0.7	
				l.d. -	
				l/sec (33)	
				Riempimento di ghiaia da 108 a 275 m.	
				7/1/87	
				l.s. 4.0	
				l.d. 11.5	
				l/sec 10	
				l.d. 19.75	
				l/sec 21	
				l.d. 26.50	
				l/sec 30	
				l.d. 37.50	
				l/sec 45	
				DITTA PERFORATRICE	
				Negretti	
				DATA	
				7/1/1987	
				l.s.	
				4.0	
				l.d.	
				41.50	
				a(l/sec)	
				50.0	
				segue	

SIT	BG	ARCENE	Comune - Acquedotto - Via Carsanighe	
			117.00	F.
				Tav.
			Argilla grigia chiara	Qt.
			130.50	
			Ghiaia e ciott. legati da arg. grig. 131.50	
			Argilla grigia	
			142.00	
			Argilla scura compatta	
			153.00	
			Argilla scura dura	
			160.00	
			Argilla nera	
			183.00	
			Argilla conglobante sassi e fos-	
			sili	
			190.00	
			Argilla scura	
			240.00	Q (l/sec)
			segue	



BG

ARCENE

Comune - Acquedotto - Via Carsanighe

Argilla cenere, qualche ghiaietto 242.00

F.

Tav.

Qt.

Argilla cenere

275.00

DITTA PERFORATRICE

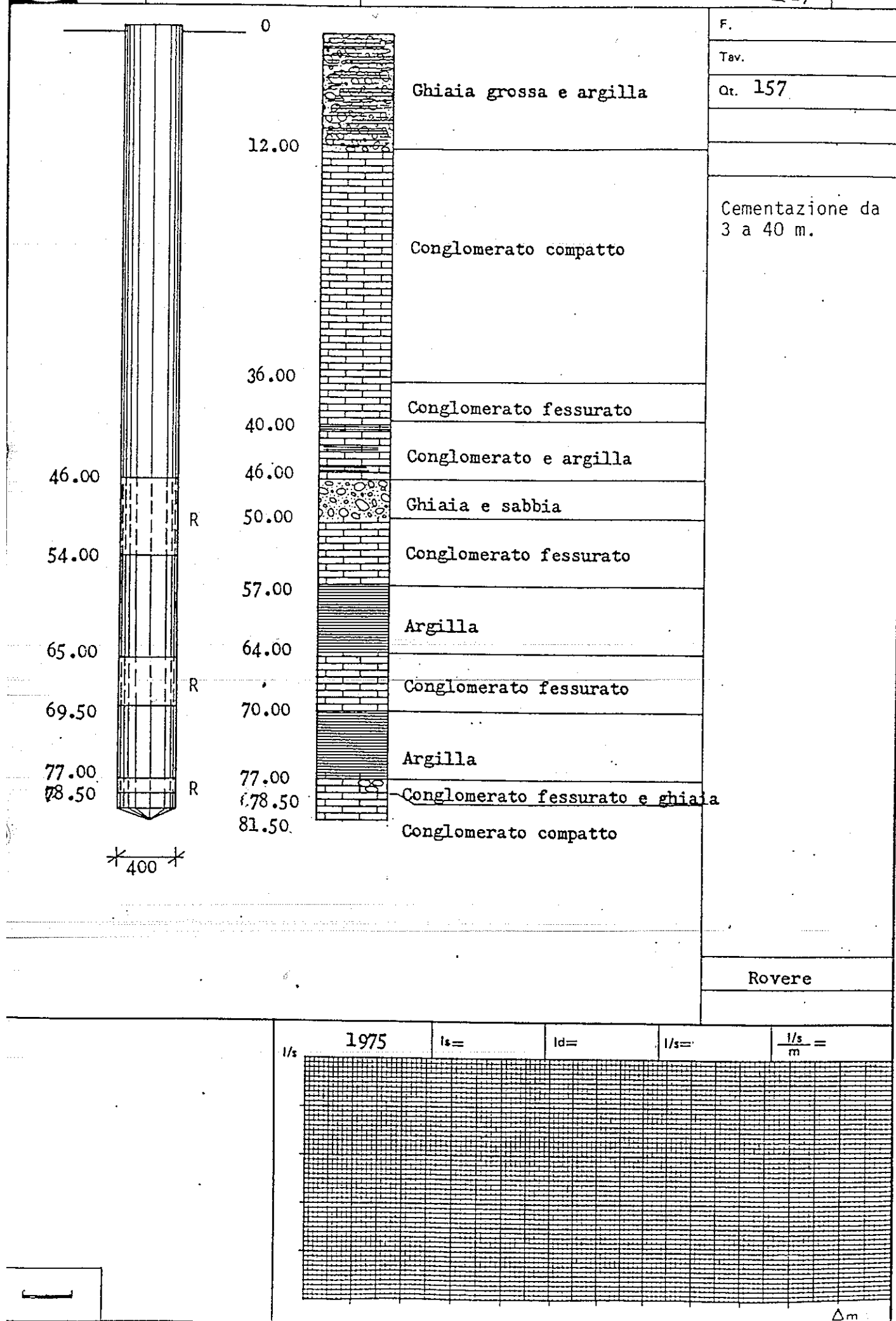
Negretti

DATA

L.S.

L.D.

Q (l/sec)



POZZO N°	257
COMUNE	POGNANO
QUOTA (m,s.l.m.)	154,40

	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-99	4,20		150,20
feb-99	5,79		148,61
mar-99	n.r.		n.r.
apr-99	7,53		146,87
mag-99	7,70		146,70
giu-99	6,11		148,29
lug-99	4,32		150,08
ago-99	n.r.		n.r.
set-99	3,57		150,83
ott-99	n.r.		n.r.
nov-99	2,80		151,60
dic-99	n.r.		n.r.
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-00	3,99		150,41
feb-00	n.r.		n.r.
mar-00	6,83		147,57
apr-00	7,32		147,08
mag-00	5,74		148,66
giu-00	4,48		149,92
lug-00	n.r.		n.r.
ago-00	3,74		150,66
set-00	n.r.		n.r.
ott-00	n.r.		n.r.
nov-00	n.r.		n.r.
dic-00	n.r.		n.r.
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
mar-01	2,25		152,15
giu-01	1,86		152,54
set-01	1,72		152,68



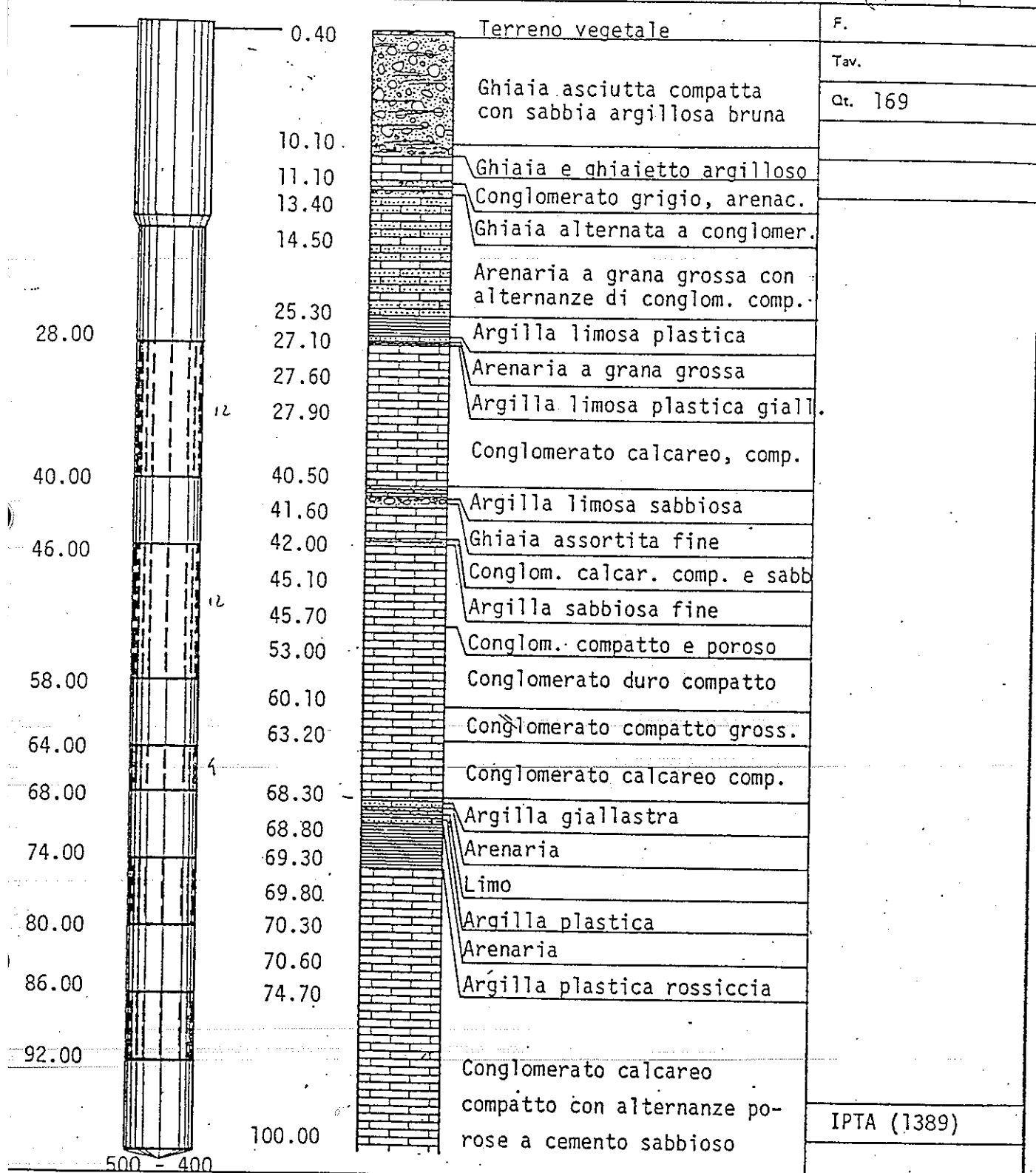
BG

BOLTIERE

Comune - Acquedotto - Via Paganini

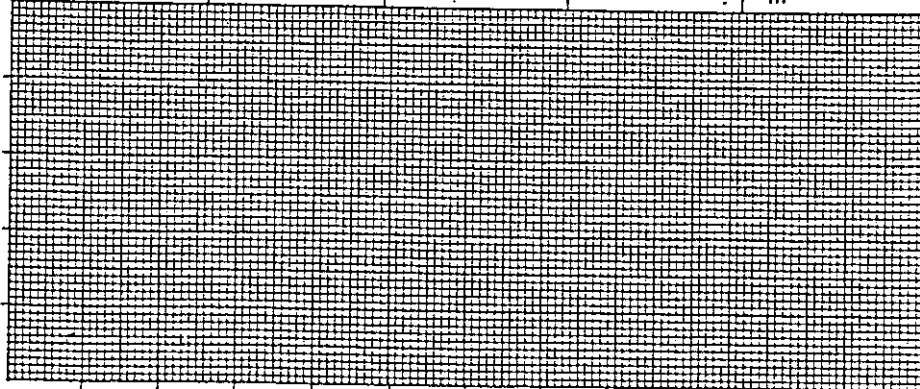
(40)

2



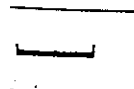
IPTA (1389)

5/1969

 $l_s = 9.60$ $l_d = 9.60$ $l/s = 50$ $\frac{l/s}{m} =$ l/s  Δm

POZZO N°	40
COMUNE	BOLTIERE
QUOTA (m,s.l.m.)	168,06

	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-98	12,62		155,44
feb-98	n.r.		n.r.
mar-98	n.r.		n.r.
apr-98	14,95		153,11
mag-98	13,78		154,28
giu-98	n.r.		n.r.
lug-98	11,06		157,00
ago-98	n.r.		n.r.
set-98	10,96		157,10
ott-98	n.r.		n.r.
nov-98	12,17		155,89
dic-98	12,70		155,36
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-99	13,84		154,22
feb-99	13,97		154,09
mar-99	n.r.		n.r.
apr-99	14,42		153,64
mag-99	14,03		154,03
giu-99	13,64		154,42
lug-99	13,39		154,67
ago-99	n.r.		n.r.
set-99	11,22		156,84
ott-99	n.r.		n.r.
nov-99	12,05		156,01
dic-99	n.r.		n.r.
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-00	13,28		154,78
feb-00	n.r.		n.r.
mar-00	16,55		151,51

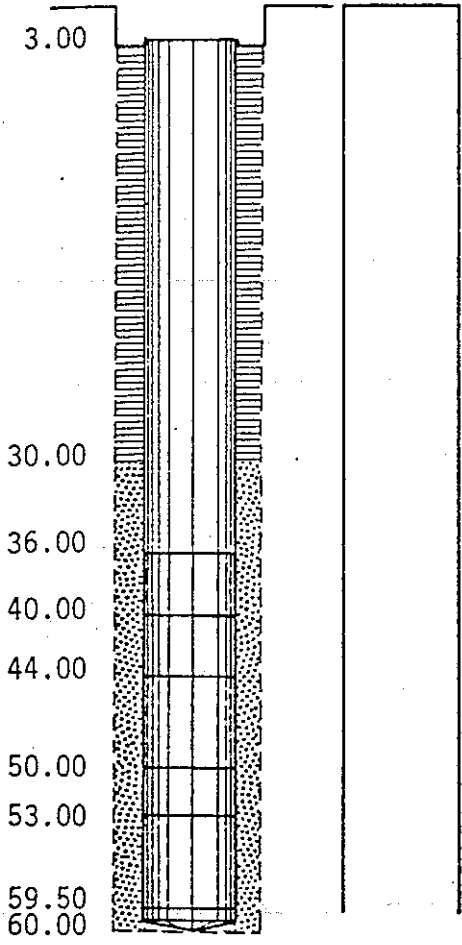


1010 1030050750000 0077 1 04677: 101 1010

△ 三

POZZO N°	209
COMUNE	LURANO
QUOTA (m,s.l.m.)	143,90

	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-99	4,25		139,65
feb-99		6,91	136,99
mar-99		n.r.	n.r.
apr-99		8,36	135,54
mag-99		8,77	135,13
giu-99		7,40	136,50
lug-99		5,95	137,95
ago-99		n.r.	n.r.
set-99		5,52	138,38
ott-99		n.r.	n.r.
nov-99		4,80	139,10
dic-99		n.r.	n.r.
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-00		4,96	138,94
feb-00		n.r.	n.r.
mar-00		6,45	137,45
apr-00		7,90	136,00
mag-00		7,11	136,79
giu-00	4,67		139,23
lug-00		n.r.	n.r.
ago-00	3,70		140,20
set-00			143,90
ott-00			143,90
nov-00			143,90
dic-00			143,90
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
mar-01	3,32		140,58
giu-01	2,96		140,94
set-01	2,62		141,28

	BG	PONTIROLO NUOVO	Comune - Acquedotto - Via Donizzetti (516)	2									
 400				<table border="1"> <tr><td>F.</td></tr> <tr><td>Tav.</td></tr> <tr><td>Qt.</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	F.	Tav.	Qt.						
F.													
Tav.													
Qt.													
				<table border="1"> <tr><td>DITTA PERFORATRICE</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>DATA</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>L.S.</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>L.D.</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>Q (l/sec)</td></tr> </table>	DITTA PERFORATRICE		DATA		L.S.		L.D.		Q (l/sec)
DITTA PERFORATRICE													
DATA													
L.S.													
L.D.													
Q (l/sec)													

POZZO N°	516
COMUNE	PONTIROLO N.
QUOTA (m,s.l.m.)	152,80

	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-99	22,18		130,62
feb-99	22,42		130,38
mar-99	n.r.		n.r.
apr-99	23,04		129,76
mag-99	23,76		129,04
giu-99	22,84		129,96
lug-99	22,39		130,41
ago-99	n.r.		n.r.
set-99	n.r.		n.r.
ott-99	n.r.		n.r.
nov-99	19,35		133,45
dic-99	n.r.		n.r.
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-00	21,24		131,56
feb-00	n.r.		n.r.
mar-00	21,88		130,92
apr-00	22,67		130,13
mag-00	23,12		129,68
giu-00	22,64		130,16
lug-00	n.r.		n.r.
ago-00	19,44		133,36
set-00	n.r.		n.r.
ott-00	n.r.		n.r.
nov-00	n.r.		n.r.
dic-00	n.r.		n.r.
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-01	n.r.		n.r.
feb-01	n.r.		n.r.
mar-01	21,58		131,22
set-01	18,74		134,06

POZZO N°	518
COMUNE	PONTIROLO N.
QUOTA (m,s.l.m.)	153,10

	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-99	13,24		139,86
feb-99	13,27		139,83
mar-99	n.r.		n.r.
apr-99	13,30		139,80
mag-99	13,32		139,78
giu-99	13,30		139,80
lug-99	13,28		139,82
ago-99	n.r.		n.r.
set-99	13,26		139,84
ott-99	n.r.		n.r.
nov-99	13,13		139,97
dic-99	n.r.		n.r.
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-00	13,19		139,91
feb-00	n.r.		n.r.
mar-00	13,28		139,82
apr-00	13,30		139,80
mag-00	13,22		139,88
giu-00	13,03		140,07
lug-00	n.r.		n.r.
ago-00	12,61		140,49
set-00	n.r.		n.r.
ott-00	n.r.		n.r.
nov-00	n.r.		n.r.
dic-00	n.r.		n.r.
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
mar-01	14,74		138,36
set-01	13,10		140,00

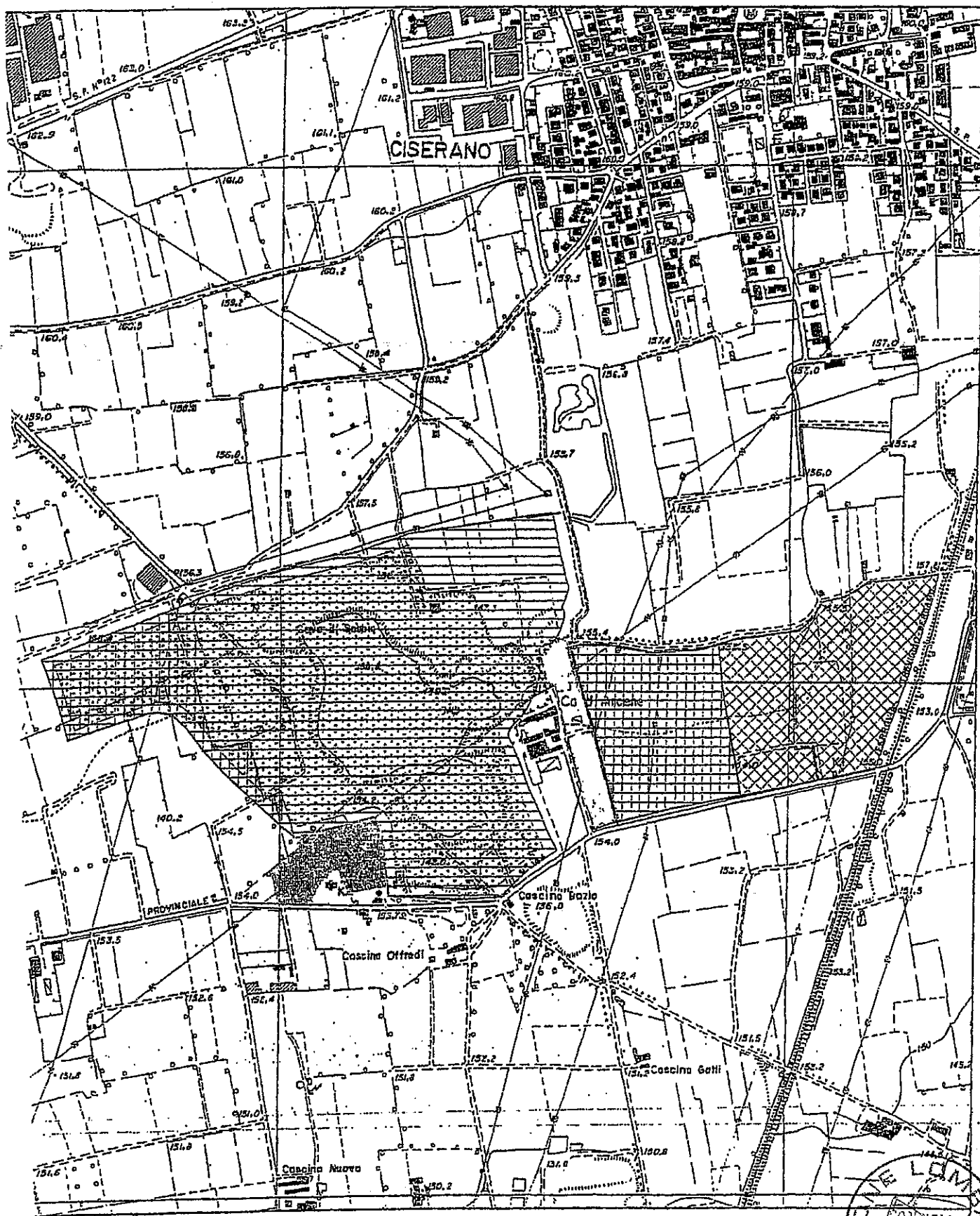
POZZO N°	565
COMUNE	PONTIROLO N.
QUOTA (m,s.l.m.)	162,00

	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-99	15,08		146,92
feb-99	15,28		146,72
mar-99	n.r.		n.r.
apr-99	16,40		145,60
mag-99	17,67		144,33
giu-99	17,34		144,66
lug-99	15,68		146,32
ago-99	n.r.		n.r.
set-99	13,15		148,85
ott-99	n.r.		n.r.
nov-99	14,03		147,97
dic-99	n.r.		n.r.
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
gen-00	15,15		146,85
feb-00	n.r.		n.r.
mar-00	17,59		144,41
apr-00	18,14		143,86
mag-00	17,87		144,13
giu-00	16,82		145,18
lug-00	n.r.		n.r.
ago-00	14,15		147,85
set-00	n.r.		n.r.
ott-00	n.r.		n.r.
nov-00	n.r.		n.r.
dic-00	n.r.		n.r.
	LIVELLO STATICO	LIVELLO DINAMICO	QUOTA m,s.l.m.
mar-01	15,44		146,56
set-01	13,05		148,95

SCHEDA ATEg18

PROVINCIA DI BERGAMO - PIANO CAVE (L.R. 14/98) -
CARTA DELL'AMBITO TERRITORIALE ESTRATTIVO ATEg18 (ex polo AC3g)

Comuni interessati: Pontirolo N., Ciserano, Arcene



LA 1:10.000



AMBITO TERRITORIALE ESTRATTIVO: ATEg18 (ex polo AP3g)

SETTORE MERCEOLOGICO	GIACIMENTO	RISORSA
II - Sabbia e ghiaia	Gg30	Sabbia e ghiaia

DATI GENERALI

DATI ANAGRAFICI

Località interessata	Cascina Cà d' Arcene
Comune/i interessato/i	Arcene, Pontirolo Nuovo, Ciserano
Sezione/i C.T.R. interessata/e 1:10.000	C5a5

CARATTERISTICHE DELL'AMBITO

Superficie dell'ambito	ha 53,8
Soggiacenza falda	12 m
Vincoli	Nessuno
Contesto e infrastrutture	• Presenza di linee elettriche aeree nell'A.T.E. • Impianto esaurito di discarica di R.S.U. sul lato sud-ovest. • Cascina Ca d' Arcene e strada di accesso alla stessa. • Strada Provinciale a sud.

PREVISIONI DI PIANO

RISERVE E PRODUZIONI (mc)

Riserve stimate	3.400.000
Produzione prevista nel decennio	3.000.000
Riserve residue	400.000

PRESCRIZIONI TECNICHE PER LA COLTIVAZIONE

Profondità massima di escavazione	Escavazione in falda a 50 m dal piano campagna Escavazione in asciutto a 10 m dal piano campagna
Ulteriori prescrizioni	• Distanza minima del ciglio di scavo dalla discarica R.S.U. 70 m. • Fascia di rispetto da Cascina Cà d' Arcene e strada d'accesso alla cascina di 50 m. • Nella zona sud dell'A.T.E. la coltivazione dovrà avvenire in asciutto nelle aree individuate dal progetto generale approvato dalla Consulta Cave provinciale nella seduta del 30/06/1999.

PRESCRIZIONI TECNICHE PER IL RECUPERO AMBIENTALE

Destinazione finale	Parco naturalistico a fruizione pubblica; agricola nella zona est (area in asciutto), previo riempimento con materiali inerti o terre di scavo.
Recupero scarpate	Modellamento scarpate finali su pendenze di sicurezza non superiori a 1/3, copertura con adeguata coltre di terreno coltivato e rinverdimento.
Recupero fondo cava	Parte a laghetto; parte agricola, previo riempimento con materiali inerti o con terre di scavo e copertura con adeguata coltre di terreno coltivato (area in asciutto).
Ulteriori prescrizioni	• La progettazione e la realizzazione degli interventi dovrà garantire la contestualità delle fasi di coltivazione e recupero, la presenza di elementi di separazione visiva e fisica tra le parti di diversa destinazione, la presenza di fasce alberate con funzione di barriera naturale per l'abbattimento dei rumori in fase di coltivazione e di schermatura e di ripristino ambientale nelle fasi successive di recupero e post-operam, l'accessibilità delle sponde in condizioni di sicurezza, la percorribilità pedonale lungo il perimetro, l'accesso al corpo d'acqua anche con mezzi d'opera e di soccorso, per interventi. • Gli interventi dovranno essere progettati e realizzati tenendo conto della necessità di prevedere una morfologia del fondo del bacino che, pur entro la massima profondità di escavazione consentita, sia comunque compatibile con la necessità di garantire i migliori risultati in termini idrobiologici. • Le convenzioni con i Comuni dovranno prevedere e regolamentare sia gli interventi di manutenzione del bacino successivamente al completamento del recupero ed alla dismissione della cava come tale, sia la connessione funzionale della zona di espansione con il costituendo Parco Comunale Foppa Gera.

MODIFICHE

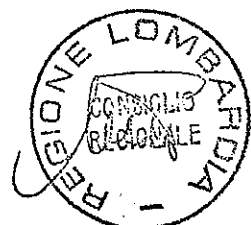
Ampliamento della superficie dell'ATE a ha 46,74 come indicato nell'osservazione della ditta e come da parere favorevole del comune.

Riperimetrazione con ampliamento verso la ferrovia, per ha 6,2, con previsione di area di salvaguardia per la cascina Cà d' Arcene.



Produzione prevista nel decennio: mc. 3.500.000.

Nelle Prescrizioni tecniche per la coltivazione sono soppresse le parole "Escavazione in falda a 50 m dal piano campagna".



GLOSSARIO GEOFISICO

Amplificazione / deamplificazione sismica. Incremento/decremento nell'ampiezza del segnale sismico rispetto ad un'ipotetica roccia di base (bedrock) al propagarsi delle onde, in funzione della frequenza e del livello di scuotimento.

Analisi di Fourier. Operazione matematica che permette di passare, nella descrizione di un segnale, dal dominio dei tempi al dominio della frequenza. In altre parole consente di descrivere una serie temporale (ad esempio una registrazione del movimento al suolo nel tempo) attraverso le componenti relative di fase e di ampiezza in funzione della frequenza (spettro di fase o di ampiezza o di potenza).

Bedrock. Roccia in affioramento o alla base di sedimenti sciolti.

Curva di dispersione. E' la curva che rappresenta l'andamento della velocità di fase dell'onda di Rayleigh in funzione della frequenza.

Densità. Indicata con ρ , è il rapporto tra massa e volume del mezzo.

Discontinuità sismiche. Livelli all'interno del profilo litostratigrafico in corrispondenza dei quali si verificano nette variazioni di velocità delle onde sismiche (e pertanto delle proprietà elastiche dei litotipi).

Frequenza naturale (o fondamentale). E' la frequenza a cui un sistema, eccitato da un impulso, vibra con maggior ampiezza. E' il reciproco del periodo fondamentale.

Guida d'onda. Si intende per guida d'onda il fenomeno per cui un campo di onde tende a rimanere confinato entro un canale (es. un tubo o una fibra in ottica) a causa delle riflessioni delle onde con l'interfaccia di confinamento. In sismica il fenomeno si verifica nei mezzi stratificati, quando sopra e sotto lo strato *i*-esimo si hanno brusche variazioni di impedenza. Il fenomeno riguarda ad es. le onde di Love dove il mezzo di confinamento è dato dalla superficie libera in alto e, per es., dal bedrock, verso il basso.

Impedenza sismica. Prodotto Z tra la densità del terreno ρ e la velocità delle onde sismiche V , che varia fra strati differenti di terreno. Il contrasto di impedenza sismica fra strati di roccia adiacenti influisce sul coefficiente di riflessione. Il contributo maggiore alle variazioni di impedenza sismica è dato dalle variazioni di V , piuttosto che di ρ .

Microtremori. Rumore sismico ambientale, caratterizzato da oscillazioni di piccola ampiezza, provocate da sorgenti naturali o antropiche (onde del mare, vento, piccoli movimenti terrestri, traffico ecc.). I microtremori sono costituiti da tutti i tipi di onde sismiche, ma generalmente, in maggior misura, da onde superficiali di Rayleigh e di Love.

Microzonazione. Complesso di studi che prevede quale prodotto finale di sintesi una mappa del territorio nella quale sono indicate:

- le zone in cui il moto sismico viene amplificato (e come) a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e geomorfologiche del territorio;
- le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione dissesti del suolo indotti dal sisma (frane, assestamenti, liquefazioni, fagliazioni superficiali).

Onde P. Sono le onde sismiche più veloci e vengono anche chiamate *primae* o di compressione. La vibrazione si sviluppa nella stessa direzione di propagazione delle onde. Sono onde di volume e si propagano con velocità V_P .

Onde di Love (L). Onde sismiche generate dall'intrappolamento delle onde S confinate e riflesse tra due strati con diversa impedenza sismica (fenomeno di guida d'onda, vd.). Si propagano con velocità V_L .

Onde di Rayleigh (R). Onde sismiche generate dall'interazione tra onde di volume P ed S. Hanno velocità (V_R) prossima a quella delle onde S (V_S), in particolare $0,87 < V_R / V_S < 0,96$.

Onde S. Sono le onde sismiche che giungono per seconde. Sono chiamate anche *secundae* o trasversali e la vibrazione avviene perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda sismica. Sono onde di volume e si propagano con velocità V_S . Sono le onde più dannose per le strutture durante i terremoti in quanto, giungendo in superficie con incidenza quasi verticale, producono spinte orizzontali sui terreni e sugli edifici fondati su di essi. Gli edifici, che sopportano bene gli sforzi di compressione, generalmente soffrono invece molto la presenza di sforzi di taglio.

Onde di superficie. Termine generico per indicare le onde di Rayleigh e di Love, onde il cui campo di vibrazione è la superficie della crosta. La loro

energia si disperde meno rapidamente delle onde di volume; esse pertanto tendono a dominare il campo lontano dalla sorgente.

Onde di volume. Termine generico per indicare le onde S e P. La loro energia si disperde più rapidamente delle onde di superficie, pertanto tendono a dominare il campo vicino alla sorgente.

Risonanza. E' la tendenza di un sistema ad oscillare con maggior ampiezza quando eccitato da energia ad una specifica frequenza, detta *frequenza naturale* di vibrazione del sistema, autofrequenza o *frequenza di risonanza*. Nel caso degli edifici la risonanza è controllata dalle geometrie e dai materiali di costruzione mentre la frequenza di risonanza è controllata principalmente dall'altezza. La frequenza naturale di risonanza di un edificio può essere stimata, in prima approssimazione, dividendo 10 Hz per il numero dei piani dell'edificio.

Risonanza doppia. Tutte le strutture hanno una frequenza naturale alla quale la sovrapposizione di energia alla stessa frequenza amplifica il moto. Un analogo di facile comprensione è l'esempio di un bimbo su un'altalena. Se egli verrà spinto ad una frequenza casuale, l'altalena tenderà generalmente a fermarsi. Se invece la spinta sarà applicata all'istante giusto ad ogni oscillazione (cioè alla giusta frequenza), il dondolio dell'altalena aumenterà in modo eclatante. Allo stesso modo, se il moto sismico indotto dal terremoto eccita la base di un edificio a frequenze prossime a quelle di risonanza naturale dell'edificio stesso, l'amplificazione del moto risultante può diventare distruttiva e portare al collasso della struttura.

Scuotimento. E' la vibrazione del terreno indotta da un'onda sismica. Lo scuotimento in un sito può essere incrementato dalla focalizzazione dell'energia sismica causata da particolari condizioni geometriche del sottosuolo o geomorfologiche (forma di un bacino sedimentario, cresta, ecc...).

Slant-stack. Sovrapposizione obliqua. In questo lavoro questa procedura matematica rappresenta il primo passo nella creazione delle curve di dispersione.

Vs30. E' il valore medio della velocità delle onde S nei primi 30 m di sottosuolo.