



# COMUNE DI TORRE DE' BUSI

Provincia di Lecco



## DOCUMENTO DI PIANO

art. 10 bis della L.R n 12/2005 e s.m.i

<b>GO</b>	OGGETTO	Componente "Geologica" del Piano - Approvazione <b>Relazione geologica</b> (Integrazioni richieste dalla Regione Lombardia protocollo ZI.2009.DO.16346)	
		<b>Consulenza e collaborazione</b>	<b>Settore di competenza</b>
		Dott. Geol. Luigi Corna	Studio della componente geologica, idrogeologica e analisi del rischio sismico

Il Documento di Piano non contiene previsioni che producono effetti diretti sul regime giuridico dei suoli - art. 8 comma 3, L.R. 12/2005.

Adottato con D C C n. del  
Approvato con D D C n. del  
  
Pubblicazione sul B U R L n. del



Relatore della “Componente Geologica del Piano”:

**Dott. Geol. Luigi Giancarlo Corna**

iscritto all’Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 765

Studio TECNO.GEO

Via Filippo Corridoni n. 27

24124 Bergamo

e-mail: [info@studiotecnogeo.it](mailto:info@studiotecnogeo.it)



## INDICE

1	Premessa.....	6
1.1	Metodologia di lavoro.....	7
2	Considerazioni generali sul territorio.....	10
2.1	Regime pluviometrico e termico.....	10
2.1.1	Precipitazioni intense e di breve durata .....	11
3	Cartografia di inquadramento .....	13
3.1	Carta Geologica (Tavola G1).....	13
3.1.1	Inquadramento geologico -strutturale .....	13
3.1.2	La successione sedimentaria.....	14
3.2	Carta della dinamica geomorfologica (Tavola G2).....	26
3.2.1	Fenomeni di dissesto idrogeologico.....	26
3.2.2	Elementi della dinamica geomorfologica.....	28
3.2.3	Depositi superficiali inconsolidati .....	28
3.2.4	Elementi geomorfologici.....	28
3.2.5	Interventi .....	29
3.2.6	Dissesti di cui è stata compilata apposita scheda in relazione	29
3.3	Carta Geologico – Tecnica (Tavola G3) .....	30
3.3.1	Caratteri litotecnici degli strati superficiali del sottosuolo .....	30
3.3.2	Aree su cui sono disponibili indagini geologiche.....	31
3.4	Carta Idrogeologica (Tavola G4).....	32
3.4.1	Ubicazione ponti e serbatoi.....	32
3.4.2	Reticolo idrografico .....	32
3.4.3	Grado di permeabilità.....	34
3.4.4	Emergenze idriche .....	34
3.4.5	Dati sulle acque sotterranee .....	35
3.5	Carta degli Scenari di Pericolosità Sismica Locale (Tavola G5).....	43
3.5.1	Risposta sismica locale - Generalità.....	43
3.5.2	Analisi della sismicità del territorio .....	46
4.1	Carta di Sintesi (Tavola G6).....	50
4.1.1	Aree vulnerabili dal punto di vista dell'instabilità dei versanti..	50
4.1.2	Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico .....	52
4.1.3	Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche.....	52
4.1.4	Perimetrazione area 267 .....	52
4.2	Carta dei Vincoli (Tavola G7).....	54
4.2.1	Vincoli idrogeologici/idraulici .....	54
4.2.2	Area a vincolo 267/98 .....	55
4.2.3	Aree di dissesto – aggiornamento PAI.....	55
4.3	Carta uniformata PAI (Tavola G8) .....	56



## **Allegati nella relazione**

Allegato 1: Schede per il censimento delle frane e dei crolli

Allegato 2: Schede per il censimento delle sorgenti

## **Allegati esterni (Cartografie)**

Tavola G1 - Carta Geologica

Tavola G2a - Carta della Dinamica Geomorfologica (settore Nord)

Tavola G2b - Carta della Dinamica Geomorfologica (settore Sud)

Tavola G3 – Carta Idrogeologica

Tavola G4 – Carta Geologico- Tecnica

Tavola G5 – Carta della Pericolosità Sismica Locale

Tavola G6a – Carta di Sintesi (settore Nord)

Tavola G6b – Carta di Sintesi (settore Sud)

Tavola G7a – Carta dei Vincoli (settore Nord)

Tavola G7b – Carta dei Vincoli (settore Sud)

Tavola G8 – Carta uniformata PAI



## **Parte I**

# **INTRODUZIONE**



## 1 Premessa

Il presente studio della componente geologica comunale è stato redatto a supporto del Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Torre de Busi come previsto dall'art. dell'art 57, comma 1, lettera a) della L.r. 12/05 "Legge per il governo del territorio".

La fondamentale innovazione, in campo geologico, introdotta dalla legge 12/2005 consiste nel fatto che, per la prima volta, un testo di legge coordina contestualmente e paritariamente la materia urbanistica e la materia geologica.

La nuova direttiva tecnica (D.G.R. 28 Maggio 2008, n. 8/7374 aggiornamento dei "Criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.") nasce espressamente "dedicata" al nuovo strumento urbanistico comunale introdotto dalla legge 12/2005 riunendo e coordinando in un unico documento tutti i precedenti criteri tecnici e gli iter procedurali legati alla componente geologica di supporto alla pianificazione urbanistica.

Lo Studio Geologico si inserisce nel Piano di Governo del Territorio in quanto il Documento di Piano lo contiene integralmente rappresentando una delle componenti del quadro conoscitivo del territorio comunale e costituisce base per le scelte pianificatorie; il Piano delle Regole contiene come parti integranti le fasi di sintesi/valutazione e proposta (Carte di Sintesi, dei Vincoli, di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano e Norme geologiche di Piano), in quanto contribuiscono alla definizione della normativa d'uso del territorio.

Quindi, il Piano di Governo del Territorio per la componente geologica:

- nel Documento di Piano definisce l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio (l.r.12/2005, art. 8, comma 1, lettera c)
- nel Piano delle Regole individua le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime sono assoggettate (l.r.12/2005, art. 10, comma 1, lettera d).

Il territorio comunale di Torre de Busi non è dotato di uno studio geologico a supporto della Pianificazione Territoriale e non ha concluso l'iter di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali con il "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" secondo quanto previsto dalle N.d.A. del piano stesso, come da elenco della D.G.R. 11 dicembre 2001 n. 7/7365 ed aggiornato con la D.G.R. 28 Maggio 2008, n. 8/7374.

Il presente studio è stato redatto secondo quanto previsto dai "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12" approvati con D.G.R. n° 8/7374 del 28/05/2008.

Lo scopo dello studio è quello di definire le caratteristiche dell'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico ed idrologico e sismico alla scala locale dell'intero territorio comunale, complementari alla pianificazione territoriale nell'ambito della redazione del nuovo Piano di Governo del Territorio Comunale di Torre de Busi.



## **1.1 Metodologia di lavoro**

Il presente Studio geologico è stato condotto attraverso tre fasi successive.

### **Prima fase (fase di analisi)**

La prima fase, definita come fase di analisi, costituisce la parte più rilevante per quanto concerne la redazione dell'intero studio in quanto vengono individuati tutti gli elementi "geologici" rilevanti per la definizione dello studio, elementi utilizzati nelle fasi successive per definire le pericolosità idrogeologica e le limitazioni d'uso del territorio.

In questa fase si è proceduti dapprima alla ricerca storica e bibliografica di tutta la documentazione disponibile. In particolare sono stati visionati, per le componenti inerenti al territorio comunale di Torre de Busi, i seguenti studi:

- "Piano di assetto idrogeologico del Bacino del Fiume del Po" (PAI), tavole con perimetrazione delle fasce fluviali e delle aree in dissesto, con le relative NTA e documenti di Piano;
- "Carta Inventario dei Dissesti dalla Regione Lombardia" e dati del Progetto Geolffi;
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Lecco;
- Studi geologici ed idrogeologici ed idraulici depositati presso il comune, in particolare lo "Studio della geologia e delle criticità idrogeologiche del Comune di Torre de Busi" redatto dallo scrivente nel Dicembre 2003.

Per la caratterizzazione di base del territorio comunale sono state redatte una serie di cartografie di inquadramento basate sui dati bibliografici reperiti e soprattutto sulla base dei rilievi di terreno.

Partendo dalla documentazione di inquadramento sono state derivate ulteriori cartografie di approfondimento ed integrazione inerenti alla valutazione della pericolosità del rischio sismico.

### **Seconda fase (fase di sintesi e valutazione)**

Definita la situazione "geologica" si è passati alla seconda fase definita come fase di sintesi e valutazione, nella quale sono state redatte due cartografie utili alla valutazione sintetica degli elementi di pericolosità e vulnerabilità del territorio e dei vincoli sovracomunali cogenti.

### **Terza fase (fase di proposta)**

La terza e ultima fase definita di proposta ha previsto la redazione di una carta nella quale il territorio comunale è stato suddiviso in aree nelle quali sono state specificate mediante specifica norma le eventuali limitazioni di destinazione d'uso del territorio.

### **Studi di dettaglio esistenti e restituzione cartografica della documentazione**

La zona compresa tra le frazioni di Roncaglia – San Gottardo e Favirano fino alla zona di cresta rientra in Zona perimetrata ai sensi della L. 267; in tali aree sono state predisposte analisi di dettaglio sulla pericolosità ed il rischio geologico secondo la procedura della D.G.R. n° 8/7374 del 28/05/2008 a supporto dei progetti di sistemazione idrogeologica realizzati ed ancora in fase di ultimazione per il settore più orientale (vedi riferimenti riportati nella sintesi bibliografica).



Per riassumere i dati raccolti, sia bibliografici che di terreno, è stata compilata una serie di carte tematiche, con le modalità previste dalla sopraccitata norma.

Le varie cartografie sono estese all'intero territorio comunale e in funzione della quantità di dati prodotta e del grado di dettaglio raggiunto sono state redatte a scale variabili tra 1:10.000 e 1:5.000 e restituite utilizzando la carta CTR e l'aerofotogrammetrico per le cartografie a maggior dettaglio.



## **Parte II**

### **FASE DI ANALISI**



## 2 Considerazioni generali sul territorio

Il territorio comunale di Torre de Busi si colloca nella parte Sud-orientale del territorio lecchese al limite con la provincia di Bergamo, all'interno della Val San Martino. Esso occupa una superficie di 9,15 km<sup>2</sup>, a Nord confina con i comuni di Calolziocorte e Carenno, ad Ovest con il comune di Monte Marenzo a Sud con il comune bergamasco di Cisano Bergamasco e ad Est sempre con i comuni bergamaschi di Caprino Bergamasco, Roncola e Costa Valle Imagna.

Il territorio comunale si sviluppa prevalentemente in un area Est-Ovest, la quota minima è di 286 m s.l.m. nella zona Centro- occidentale, mentre la quota massima del territorio comunale è di 1418 m s.l.m. nella zona Est di Valcava.

Le località principali che compongono il Comune sono Favirano e san Gottardo nella porzione occidentale, San Michele nella fascia centrale, San Marco nella porzione centro orientale per finire con Valcava e Sogno nella porzione settentrionale e più rilevata.

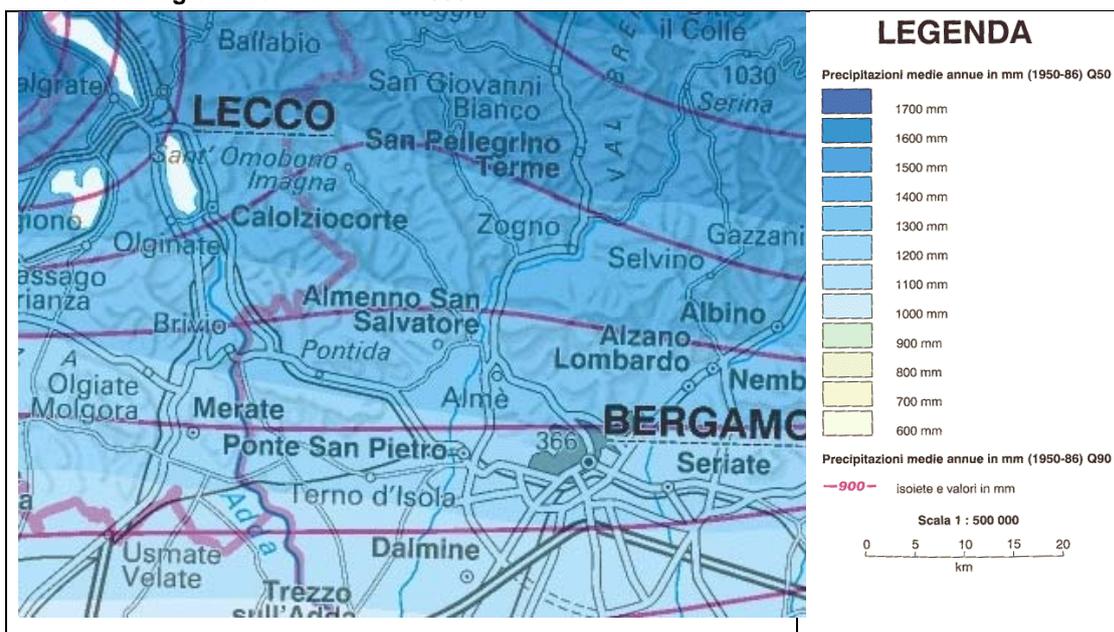
### 2.1 Regime pluviometrico e termico

Le principali fonti dei dati storici pluviometrici riguardanti il territorio, sono:

Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino lombardo (registrate nel periodo 1891 - 1990). A cura di: Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio ed Edilizia Residenziale, Cerini Massimo e Carelli Massimo, Dicembre 1999 (vedi Figura 1);

- “Primo Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile”, Regione Lombardia, Direzione Generale Opere Pubbliche e Protezione Civile, Servizio Protezione Civile, Giugno 1998” (vedi fig. n. 2);
- Dati idrometeorologici 1987 – 2007. A cura di: Agenzia Regionale per l'Ambiente della Lombardia, ARPA, Centro Monitoraggio Geologico.

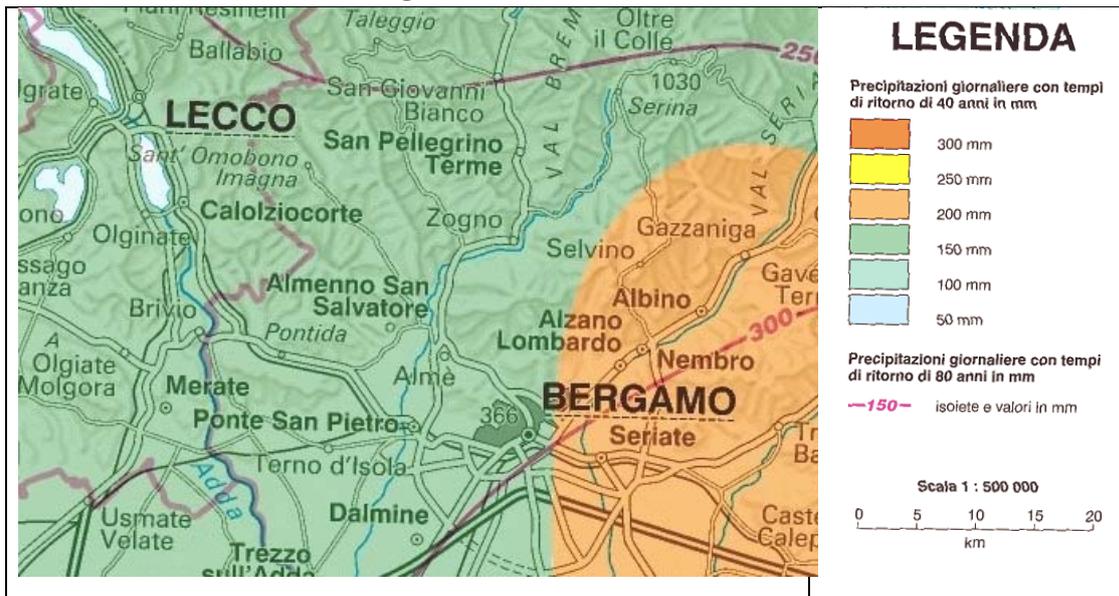
Figura 1: estratto della “Carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino lombardo” edito dalla Regione Lombardia nel 1999.





Nel complesso il territorio presenta caratteri transizionali tra il mesoclima alpino ed il mesoclima padano. Il mesoclima alpino caratterizza la zona montana ed è contraddistinto da piogge piuttosto abbondanti, la distribuzione delle precipitazioni nel corso dell'anno è caratterizzata da un massimo estivo e da un minimo invernale. Il mesoclima padano, caratterizza la zona di pianura e pedecollinare ed è contraddistinto da elevate precipitazioni nei periodi di ottobre-novembre e maggio-giugno.

**Figura 2: estratto della “Carta delle precipitazioni giornaliere con tempo di ritorno 40 e 80 anni”, alla scala 1:500.000 edita dalla Regione Lombardia nel 1998.**



### 2.1.1 Precipitazioni intense e di breve durata

Attraverso un'elaborazione statistica sulla distribuzione di probabilità cumulata delle distribuzioni di Gumbel, realizzata utilizzando i valori delle altezze massime di pioggia espresse in mm per durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore, e considerando un periodo di ritorno massimo di 100 e 200 anni, sono stati ottenuti i risultati riportati in seguito.

**Tabella 1: Valori dei coefficienti delle curve di possibilità climatica in funzione del tempo di ritorno di un evento piovoso – Determinati dai dati della stazione meteorologica di Bergamo, serie 1936 – 1972.**

Tempo di ritorno (anni)	5	10	20	50	100	200
A	38.8	44.6	50.2	57.5	62.9	68.3
N	0.266	0.265	0.265	0.264	0.264	0.264

**Tabella 2: Precipitazioni critiche rilevate nella stazione meteo di Bergamo, serie 1936 – 1972.**

Durata ev.	30'	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
anno reg.	1968	1959	1959	1959	1959	1939
h (mm)	50.8	55,0	87,8	107,0	109,0	151,0



**Tabella 3: Valori dei coefficienti delle curve di possibilità climatica in funzione del tempo di ritorno di un evento piovoso – Determinati dai dati della stazione meteorologica di Lecco, serie 1933 – 1967.**

<b>Tempo di ritorno (anni)</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
<b>A</b>	43,5	50,4	59,2	65,6	72,1	78,5
<b>N</b>	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309

**Tabella 4: Precipitazioni critiche rilevate nella stazione meteo di Lecco, serie 1933 – 1967.**

<b>Durata ev.</b>	<b>30'</b>	<b>1 ora</b>	<b>3 ore</b>	<b>6 ore</b>	<b>12 ore</b>	<b>24 ore</b>
<b>anno reg.</b>	1964	1963	1963	1963	1963	1963
<b>h mm</b>	38,4	41,4	67,2	84,6	89	100

Le precipitazioni critiche si determinano dalla curva di probabilità pluviometrica “ $1 \leq d \leq 24$  h” espressa dalla formula:

$$h(\text{Tr}) = a t^n$$

dove:

h = mm di pioggia

t = durata della pioggia in minuti

Tr = tempo di ritorno dell'evento critico

a ed n = parametri dipendenti dal tempo di ritorno

Dall'esame delle carte idrometeorologiche si evidenzia che le precipitazioni più intense (86,3 mm/1h, 241,5 mm/24h) si registrano lungo la sponda occidentale del ramo Lecchese del Lago di Como con due massimi, come specificato nel precedente capitolo (per eventi di durata di 1, 3 e 6 ore), in corrispondenza delle stazioni di Magreglio e Costa Masnaga.

Per eventi di maggior durata, un ulteriore massimo si osserva presso le stazioni di Lago Trona e Gerola Alta (254,7 mm/24h). I valori minimi si registrano invece nella zona di Olginate. In tutti i casi si osserva inoltre una generale diminuzione delle intensità orarie di precipitazione nell'area nord-orientale del territorio lecchese, al confine con la Valtellina.

Dalle carte disponibili i più alti valori di piogge giornaliere all'interno del territorio provinciale Lecco si osservano in una fascia compresa fra le stazioni di Lierna, a Sud, e Bellano, a Nord, con un massimo assoluto pari a 560 mm/5gg in corrispondenza della stazione di Esino Lario Inferiore. Ai due lati di tale area, l'andamento delle isoiete diventa simmetrico con progressiva diminuzione dei valori di precipitazione fino ad un minimo di 250 mm/5gg in corrispondenza delle stazioni di Olginate e Calolziocorte.



### **3 Cartografia di inquadramento**

#### **3.1 Carta Geologica (Tavola G1)**

Per la redazione di questa cartografia oltre ai dati dei rilievi di terreno si è fatto riferimento a:

- La Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 fogli n. 32 "Como" e n. 33 "Bergamo".
- La carta geologica della Provincia di Bergamo alla scala 1:50.000 redatta dalla Provincia di Bergamo nell'anno 2000, che ha costituito il riferimento principale di riferimento nella redazione della carta geologica nella quale sono state mantenuti anche i riferimenti numerici alle unità.

Sulla base degli innumerevoli dati acquisiti e rilevati è stata redatta la Carta Geologica in scala 1:10.000; la definizione delle unità quaternarie si è adottata la suddivisione in unità allostratigrafiche come nella "Carta geologica di Bergamo".

##### **3.1.1 Inquadramento geologico -strutturale**

Il territorio comunale si colloca all'interno delle Prealpi lecchesi.

L'area in esame si colloca entro le cosiddette Alpi Meridionali o Subalpino, comprendenti, in Lombardia, l'intera fascia montuosa a Sud della Valtellina. Esse sono separate dalle Alpi propriamente dette da un'importante linea tettonica a decorso circa Est-Ovest (la Linea Insubrica), in corrispondenza della Valtellina.

Il Sudalpino presenta caratteristiche geologiche e strutturali peculiari; esso è costituito da potenti successioni di rocce sedimentarie, depostesi in genere in ambiente marino.

L'edificio sudalpino, presenta pieghe ad ampio raggio e ripetuti sovrascorrimenti; la vergenza, e quindi la direzione di trasporto delle masse rocciose dislocate, è verso Sud. L'intera struttura inoltre immerge verso Sud, cosicché le rocce più antiche affiorano prevalentemente nella fascia settentrionale, mentre, procedendo verso Sud, si attraversano Unità Stratigrafiche via via più recenti.

Lungo il margine meridionale della catena collinare è presente una struttura appartenente ad un esteso allineamento di anticlinali con fianco meridionale verticale o rovesciato. Tale struttura è denominata "piega dell'Albenza". Essa rappresenta l'apice di una grande piega anticlinale a ginocchio che ha deformato le unità sedimentarie deposte tra il Triassico ed il Cretaceo.

Nella zona di Torre dé Busi l'andamento della piega e i relativi scorrimenti/faglie sono ben evidenziati da un andamento del piano assiale delle piega a grande scala circa NW-SE concorde con quello delle giaciture delle superfici di strato delle unità che, nella zona prossima al fondovalle dove affiorano le unità cretache e giurassiche, è subverticale e diminuisce con immersioni fino a 65° nel settore montano verso Valcava dove affiorano le unità Triassiche.

Le principali faglie a prevalente carattere trascorrente con andamento parallelo alla stratificazione della roccia si intercettano tra le unità cenomaniane e albiane, mentre un sistema meno invasivo con direzione concorde alla precedente ma con immersione molto inclinata verso NE si individua nella zona del Colle di Sogno. Oltre tali sistemi di fratture a grande scala sono presenti fratture minori coniugate parallele alle precedenti.



Le rocce più antiche presenti entro l'area in esame segue una successione piuttosto continua di sedimenti marini prevalentemente carbonatici, con subordinati livelli argilloso-marnosi e caratteristici orizzonti selciosi, depostasi in un intervallo di tempo che va dalla porzione terminale del Triassico sino a tutto il Giurassico. Tale successione affiora lungo tutta la fascia montuosa che si estende in senso NW-SE da Erve al Monte Tesoro, sino all'Albenza.

Le rocce più antiche entro questa fascia si trovano in corrispondenza del crinale che fa da spartiacque con la Valle Imagna; spostandosi verso la pianura affiorano Unità via via più recenti.

A Valcava e lungo tutto il versante che dal Colle di Sogno sale verso il passo di Forcella Alta, sono ben visibili calcari marnosi scuri ben stratificati depostisi in ambiente marino poco profondo e noti come Calcarea di Zu. A questi seguono calcari e dolomie chiare (Dolomia a Conchodon), e quindi calcari grigio chiaro o nocciola in strati molto netti, con talora interstrati marnosi, appartenenti alle formazioni del Calcarea di Sedrina, del Calcarea di Moltrasio e del Calcarea di Domaro. La successione è ben esposta nell'ultimo tratto di strada per Colle di Sogno. Da notare l'aumento progressivo degli interstrati marnosi, e la crescente presenza di noduli e liste di selce.

Estremamente caratteristico e ben riconoscibile è l'intervallo stratigrafico successivo, corrispondente al Giurassico medio. L'ambiente deposizionali di queste rocce è marino aperto, pelagico, con profondità d'acqua di alcune migliaia di metri; la sedimentazione carbonatica è scarsa o nulla.

Sul fondale si depongono sedimenti terrigeni fini si hanno così le marne e argilliti della Formazioni di Sogno.

La parte terminale del Giurassico è caratterizzata da una ripresa della sedimentazione carbonatica. Ai sedimenti calcareo-marnosi che caratterizzano la prima parte di questo periodo (es: Marne di Bruntino, formazione del "Sass de la Luna"), seguono arenarie e conglomerati in grossi banchi (Flysch di Pontida, Arenarie di Sarnico, Conglomerati di Sirone, Flysch di Bergamo). Nel Cretaceo superiore si formarono rocce terrigene anche grossolane, quali arenarie e conglomerati, indica la vicinanza di terre emerse in rapida erosione e smantellamento. I sedimenti terrigeni che si formano durante queste fasi (fasi di erosione contemporanee al corrugamento) vengono anche indicati col nome generico di Flysch. Tali rocce presentano scarsi affioramenti a causa della quota e della conseguente copertura vegetale, nonché della loro erodibilità. Spesso inoltre risultano coperte da estesi depositi Quaternari; possono quindi essere osservate agevolmente solo lungo tagli stradali, oppure entro gli incisi torrentizi. Fanno eccezione i calcari marnosi ben stratificati del "Sass de la Luna".

### **3.1.2 La successione sedimentaria**

#### **3.1.2.1 (depositi Quaternari e Neogenici)**

##### **UNITA' POST-GLACIALE (119a - 119c)**

**Definizione** - Depositi massivi e stratificati con ciottoli e blocchi spigolosi, matrice sabbiosa o limoso argillosa da assente a molto abbondante, massivi o rozzamente



stratificati. Superficie limite superiore caratterizzata da: Entisuoli, Inceptisuoli e Alfisuoli poco espressi.

**Sinonimi** - In letteratura i depositi corrispondenti all'Unità Postglaciale sono stati generalmente cartografati come "Alluvioni attuali, recenti, antiche e tardive" o come unità morfologiche (conoidi, coni e falde detritiche)

**Litologia** - Nell'area del Comune di Torre de Busi l'Unità Postglaciale è costituita da:

- Depositi di versante (Unità 119a): depositi a ciottoli e blocchi spigolosi, a supporto clastico di provenienza locale; la matrice, ove presente, va da sabbioso siltosa ad argillosa, se derivante da prodotti pedogenetici rimaneggiati. Sono assenti strutture significative, ma si riconoscono frequentemente letti paralleli al pendio.
- Depositi alluvionali (Unità 119c): Ghiaie da fini a grossolane con matrice sabbiosa, a supporto clastico, in prevalenti strati planari; sabbie e limi da massivi a laminati; argille. Sono localizzati lungo i terrazzi fluviali del T. Sonna e sono costituiti da ghiaie a ciottoli e blocchi con matrice sabbiosa, sabbie anche con ciottoli, ghiaie ben selezionate. Le ghiaie sono in prevalenza a supporto clastico e ciottoli ben arrotondati; ovviamente nei corsi d'acqua minori e nelle aree di alimentazione la maturità tessiturale del sedimento è minore. In questi depositi, organizzati in corpi sia lenticolari che stratoidi, si osservano strutture sedimentarie dovute all'azione di corrente, quali ciottoli embricati, laminazioni oblique a basso angolo, laminazione incrociata. I clasti rispecchiano i litotipi affioranti nel bacino a monte.

**Morfologia** - I depositi di versante più consistenti sono localizzati alla base di pareti rocciose o dei versanti più scoscesi, ma sono diffusi anche in spessori molto modesti su buona parte dei versanti a maggior pendenza. Sono il prodotto dell'accumulo dei materiali provenienti o direttamente dall'alterazione del substrato roccioso o dal rimaneggiamento di depositi preesistenti. Sulla maggior parte dei versanti i depositi sono privi di caratterizzazione morfologica, e sono sempre intensamente colonizzati dalla vegetazione ove l'alimentazione non sia costantemente attiva (soprattutto nel settore di Sogno).

Le morfologie caratteristiche dei depositi alluvionali sono i terrazzi alluvionali sviluppati lungo il fondovalle dell'area di San Michele.

**Rapporti Stratigrafici** - Il limite inferiore è costituito dalla superficie di contatto con il substrato o con le unità più antiche. Il limite superiore è costituito dalla superficie topografica.

**Età** - I depositi dell'Unità Postglaciale hanno iniziato a depositarsi non appena i ghiacciai hanno iniziato a ritirarsi e sono tuttora in corso di sedimentazione. L'unità è quindi marcatamente diacrona e in certi settori difficilmente distinguibile dai depositi contemporanei ai ghiacciai. L'età è quindi Pleistocene superiore - Olocene. In assenza di possibili relazioni dirette con i ghiacciai o con i depositi ad essi correlati si è fatto ricorso ad osservazioni sullo stato di alterazione dei sedimenti o sui rapporti con i depositi attuali.



### **COMPLESSO DI PALAZZAGO (117)**

**Definizione** - Depositi di origine gravitativa (Frana) a blocchi fino a metrici. Clasti carbonatici e terrigeni delle formazioni locali, matrice derivante dal rimaneggiamento di suoli preesistenti. I clasti presentano alterazione estremamente variabile. Pedogenesi variabile, Morfologie in erosione.

**Sinonimi** - Nei lavori precedenti i depositi cartografati come Complesso di Palazzago venivano raccordati alle unità glaciali - fluvioglaciali o cartografati come unità morfologiche (glacis, conoidi, coni e falde detritiche).

**Litologia** - Il Complesso di Palazzago è rappresentato nel territorio comunale di Torre dé Busi da depositi di versante legati a situazioni deposizionali locali, in particolare. Si tratta di depositi di ciottoli e blocchi fino a metrici, con matrice fine scarsa. I fenomeni di alterazione e pedogenesi di questi depositi sono moderati, e la matrice presente è derivata essenzialmente dal rimaneggiamento di suoli sviluppatasi prima della messa in posto. La composizione petrografica dei depositi è strettamente condizionata dalla litologia del substrato lapideo locale, costituito dalla successione calcareo marnosa appartenente al Calcare di Zu.

**Morfologia** - I depositi di frana dal punto di vista morfologico non sono estremamente evidenti: si riconoscono tuttavia contropendenze caratteristiche e nicchie di distacco.

**Rapporti Stratigrafici** - Il Complesso di Palazzago risulta costituito da corpi di età differente appartenenti a più cicli sedimentari, caratterizzati petrograficamente dalla presenza di clasti derivanti quasi esclusivamente dal substrato locale. I depositi del Complesso di Palazzago sono stati deposti durante i periodi freddi corrispondenti ad espansioni glaciali, quando i versanti erano privi di vegetazione anche a grande distanza dai ghiacciai. I depositi presenti nel territorio di Torre dé Busi sono legati all'ultimo periodo glaciale.

**Età** - Sulla base di quanto detto risultano possibili età comprese tra il Pleistocene medio ed il Pleistocene superiore.

### **UNITA' DI CANTU' (66)**

**Definizione** - Ghiaie e sabbie stratificate, limi di esondazione: depositi fluvioglaciali e alluvionali. Depositi massivi a supporto di matrice o clastico: till di ablazione e di alloggiamento. Depositi, ghiaie, sabbie e limi a grande variabilità di facies: depositi di contatto glaciale. Ghiaie, sabbie e depositi: depositi deltizi. Sabbie, limi e argille laminati: depositi lacustri. Ghiaie ad elementi spigolosi, ghiaie alterate con matrice argillosa arrossata: depositi di versante. Clasti di litotipi dell'Alto Lario e della Valtellina. Cementazione solo locale.

**Sinonimi:** Il Sintema di Cantù corrisponde al Würm di Riva (1957).

**Litologia** - l'Unità di Cantù comprende:

- Depositi di contatto glaciale: si tratta di depositi caratterizzati da un'alta variabilità di facies, potendo comprendere sedimenti fluviali, lacustri e di trasporto in massa proveniente sia dal ghiacciaio (till di colata) sia dal versante. Le caratteristiche di questi depositi possono quindi essere estremamente variabili sia in senso laterale che verticale. Questi depositi nel territorio comunale si intercettano alle quote più rilevate, spesso come deposito rimaneggiato a seguito dell'erosione che comporta lo spostamento



verso valle degli antichi detriti, laddove anche il gradiente del pendio aumenta rispetto a quello di raccordo al fondovalle. Si tratta di depositi trasportati e lasciati dal ghiacciaio anche sotto forma di depositi morenici.

- Depositi lacustri proglaciali: depositi in diretto contatto con la fronte del ghiacciaio, sono costituiti da sabbie, limi e argille in lamine pianoparallele orizzontali, sottili. Si intercettano maggiormente nella zona di fondovalle. Tali depositi si riscontrano in tutte quelle situazioni topografiche in cui si poteva formare un bacino lacustre proglaciale, ossia tra il ghiacciaio e il versante, specie in corrispondenza di valli laterali (come nel settore di Casarola dove affiora un lembo di tale unità con presenza di unalente metrica di limo grigio chiaro a pochi metri di profondità), e all'interno di morene terminali.
- Depositi di versante: sono costituiti da depositi massivi sia a supporto di clasti sia di matrice sabbiosa e/o limosa, con clasti eterometrici angolosi o subangolosi. I clasti possono essere locali od esotici qualora i movimenti lungo il versante abbiano interessato till di età più antica. Questi depositi si intercettano, embricati con varie geometrie all'interno delle altre due litofacie dell'unità, soprattutto nella zona di raccordo tra aree di fondovalle a bassa pendenza e settore di collina.

**Rapporti Stratigrafici** – nella zona di Torre dé Busi i depositi dell'unità si appoggiano direttamente sul substrato roccioso ed è coperta dai depositi dell'Unità Postglaciale e l'Unità della Colma, che sono in equilibrio con il ciclo sedimentario attuale. Ne consegue che l'Unità di Cantù comprende i sedimenti depositi dall'ultima avanzata glaciale che ha interessato il territorio.

**Eta'** - L'Unità di Cantù si colloca nel Pleistocene superiore.

#### **UNITA' DELLA COLMA (62)**

**Definizione** - Depositi massivi: depositi glaciali. Erratici isolati. Ghiaie alterate, limi e argille arrossati: depositi di versante. Copre in discordanza il substrato roccioso, è parzialmente coperta dalle unità più giovani. La superficie limite superiore è caratterizzata da: assenza di morfologia conservata, copertura loessica presente, profilo di alterazione molto evoluto che interessa l'intero spessore dei depositi.

**Sinonimi** - L'unità è stata definita alla Colma del Piano come Complesso Glaciale della Colma e comprende tutti i depositi più antichi dell'Unità di Cantù affioranti nei settori montani e vallivi. E' costituita sicuramente da più Episodi glaciali che sono ben riconoscibili in zona di anfiteatro come unità distinte, ma che in zona montana, data l'alta energia di rilievo, non sono più riconoscibili per erosione. Per questo motivo l'Unità della Colma viene anche impiegata come allogruppo della Colma.

**Litologia** - L'Unità della Colma comprende till in piccoli lembi residui, alterati e privi di morfologia, per cui non è più riconoscibile la facies del deposito, ed erratici isolati di dimensioni variabili, resti dell'erosione a cui è stata sottoposta l'unità. Comprende inoltre depositi di versante fortemente pedogenizzati e depositi loessici anch'essi pedogenizzati.

**Rapporti Stratigrafici** - L'Unità della Colma copre in discordanza il substrato roccioso. I rapporti a tetto non sono mai direttamente osservabili, per quanto riguarda i depositi glaciali. Geometricamente l'Unità della Colma è coperta in



discordanza dall'Unità di Cantù e i depositi Postglaciali. Mentre, per quanto riguarda i depositi di versante, l'Unità di Cantù erode e si sovrappone all'Unità della Colma.

**Età** - L'età dell'Unità della Colma è Pleistocene inferiore- Pleistocene superiore.

### 3.1.2.2 Substrato roccioso

#### **COPERTURE CRETACICHE**

##### **FLYSCH DI PONTIDA (52)**

**Definizione:** Il Flysch di Pontida è una successione torbiditica costituita da alternanze marnoso-arenacee a stratificazione variabile da sottile a spessa, a granulometria normalmente arenitica fine, cui si alternano strati e banchi calcareo-marnosi potenti fino ad alcuni metri, talora gradati e con base conglomeratica. La successione del Flysch di Pontida presenta un'associazione di facies relativamente monotona, costituita per la maggior parte da strati torbiditici incompleti alla base a geometria piano-parallela. Il rapporto arenaria/pelite cresce nella parte alta della Formazione, in prossimità del passaggio graduale alla sovrastante Arenaria di Sarnico. La distribuzione dei corpi calcareo-marnosi è irregolare e non mostra alcuna ciclicità. La frequenza e lo spessore degli stessi decresce verso l'alto dell'unità. Le paleocorrenti delle torbiditi marnoso-arenacee mostrano una dispersione da E verso W.

**Litologia:** Dal punto di vista composizionale le areniti tipiche del Flysch di Pontida sono litareniti relativamente povere in feldspati, e ricche in quarzo policristallino e frammenti litici.

**Rapporti stratigrafici:** Il limite inferiore della Formazione è graduale nei settori in cui la successione si presenta più completa e potente, e mostra una transizione alle sottostanti Peliti Rosse.

**Età:** L'età della Formazione è Turoniano medio – superiore.

##### **PELITI ROSSE (50)**

**Definizione e litologia:** Le Peliti Rosse comprendono una successione di argilliti con subordinati livelli arenacei a stratificazione sottile ed orizzonti calcilitici normalmente silicizzati. Formalmente tale unità comprende la Formazione del Sommaschio, cui è stata associata per analogia litologica e composizionale e per posizione stratigrafica la parte inferiore del Flysch di Pontida.

La successione verticale consiste principalmente di due litozone: una litozona argillitica inferiore, di colore rosso, con sporadiche intercalazioni arenitiche lenticolari entro peliti a stratificazione sottile; una litozona superiore (ben rappresentata nella zona comunale) comprendente una sequenza di arenarie torbiditiche a stratificazione sottile alternate a peliti rosse e calciliti silicizzate in strati sottili e medi.

**Rapporti Stratigrafici:** Inferiormente le Peliti Rosse passano in modo graduale ma assai rapido alle Peliti Nere.

**Età:** L'età della Formazione è Turoniano inferiore – medio.



### **PELITI NERE SUPERIORI (48)**

**Definizione e litologia:** La Formazione comprende una successione di argilliti nere talora molto ricche in materia organica (*black shales*), intercalate con marne grigie e torbiditi fini siltoso-arenitiche, a stratificazione piano-parallela.

**Rapporti Stratigrafici:** Inferiormente le Peliti Nere Superiori appoggiano in modo netto sul II Banco Caotico del Cenomaniano o sulla successione di torbiditi calcaree fini ad esso etereopica.

**Età:** L'età della Formazione è Cenomaniano superiore - Turoniano inferiore, con una rimarchevole equivalenza - tempo con analoghi intervalli anossici, che rappresentano il cosiddetto Evento Anossico Oceanico.

### **UNITA' CENOMANIANE (47)**

**Definizione:** Con questo termine informale vengono raggruppate, ai soli fini di una agevole rappresentazione cartografica alla scala stabilita, diverse unità calcaree, calcareo- marnose ed arenacee deposte durante il Cenomaniano. Tali unità sono formate da depositi marini profondi di diversa origine e natura; si tratta di torbiditi pelagiche, torbiditi silicoclastiche e depositi caotici.

**Litologia:** Le Unità Cenomaniane, nella zona in cui presentano una successione completa, comprendono quattro unità litostratigrafiche informali, di seguito descritte dal basso in alto da:

- marne rosse, di norma costituite da marne emipelagiche rosse associate a coppie calcareniti/calcarei marnosi rossastri, di origine torbiditica (torbiditi pelagiche), con intercalati occasionali intraformazionali; corrispondono in parte alla "Scaglia rossa cenomaniana". Lo spessore a Torre de Busi è di circa 40 metri.
- I banco caotico, costituito da calcari micritici chiari inglobanti noduli di selce di origine diagenetica, ad assetto caotico; si estende su tutta l'area con uno spessore minimo a Torre de' Busi (4 metri).
- torbiditi sottili, rappresentate da torbiditi fini, di colore giallastro, a stratificazione sottile e composizione mista sia silicoclastica che carbonatica (Foraminiferi planctonici e Radiolari). Ad ovest del Brembo vengono progressivamente sostituite da siltiti marnose grigie e marne rossastre (Torrente Sommaschio e Torre de' Busi) per uno spessore complessivo stimabile in circa 30 metri.
- Il banco caotico, che presenta gli stessi caratteri litologici e l'assetto caotico del primo. A Ovest sviluppa uno spessore di circa 20 metri che progressivamente si riduce verso ovest.

Le Unità Cenomaniane si sono deposte in ambiente marino profondo e registrano la transizione tra un regime torbiditico pelagico (Marne Rosse) ed uno silicoclastico (Torbiditi Sottili). Il bacino in cui si sedimentava la sequenza cenomaniana risulta orientato secondo una direzione attualmente est-ovest. In questo bacino si accumulavano inoltre i depositi pelagici franati dal margine settentrionale (Banchi Caotici) in seguito a mobilità tettonica del margine stesso. Tale attività potrebbe essere in relazione con le prime fasi di deformazione della catena alpina durante il Cretacico.



**Rapporti Stratigrafici:** Il contatto inferiore della successione è rappresentato dal contatto tra il Sass de la Luna e le Marne Rosse; esso è concordante nella zona considerata e relativamente netto; si produce in pochi metri con la comparsa progressiva di intercalazioni di marne rosse tra i banchi calcarei del Sass de la Luna.

**Età:** Cenomaniano.

#### **SASS DE LA LUNA (46)**

**Definizione:** Il Sass de la Luna è una successione di torbiditi marnoso-calcaree a stratificazione variabile da sottile a molto spessa, di colore grigio o bruno, con intercalazioni marnoso - argillose.

**Litologia:** Il Sass de la Luna può venire suddiviso in due litozone, rispettivamente inferiore marnosa e superiore torbiditica. L'inferiore è caratterizzata dalla maggiore abbondanza e spessore delle intercalazioni marnoso-argillose tra gli strati marnoso-calcarei. Questi hanno geometria piano-parallela, sono normalmente gradati alla base e laminati a tetto, costituendo perciò sequenze torbiditiche caratterizzate da una composizione esclusivamente pelagica. La litozona superiore è caratterizzata dalla progressiva scomparsa delle intercalazioni marnoso-argillose e dalla frequenza crescente dei banchi torbiditici. Nei settori di minor spessore complessivo della formazione la suddivisione tra le due litozone viene meno, e l'intera successione è caratterizzata da alternanze calcareo-marnose di spessore medio.

**Rapporti Stratigrafici:** Il limite inferiore della Formazione è transizionale, e viene normalmente collocato in corrispondenza della scomparsa degli orizzonti marnoso-argillosi colorati (rosso, verde, nero) più tipici della sottostante Marna di Bruntino.

**Età:** L'età della Formazione è Albiano sommitale in tutta l'area di affioramento, come definito in base alla biostratigrafia a Foraminiferi planctonici.

#### **MARNA DI BRUNTINO (45)**

**Definizione:** La Marna di Bruntino comprende una successione di argilliti varicolori, marne, siltiti ed areniti fini torbiditiche, con sporadiche intercalazioni di corpi conglomeratici lenticolari.

**Litologia:** La Formazione è stata suddivisa in tre litozone, corrispondenti a diverse associazioni di facies:

- litozona inferiore pelagica, costituita da argilliti varicolori, con ricorrenti black shales e priva di significativi episodi di risedimentazione. Gli orizzonti ricchi in materia organica vengono ancora correlati con l'Evento Anossico Oceanico;
- litozona intermedia torbiditica, costituita dall'alternanza di arenarie fini e siltiti torbiditiche, a stratificazione media e sottile con marne emipelagiche, banchi calcareo-marnosi risedimentati e black shales). Tale litozona comprende inoltre limitati corpi lenticolari di conglomerati silicizzati e slumps.
- litozona superiore marnosa, in cui alle peliti varicolori si associano sempre più frequentemente strati marnosi gradati e laminati, torbiditici, a composizione pelagica, che preannunciano lo sviluppo del corpo di torbiditi pelagiche del Sass de la Luna.



**Rapporti Stratigrafici:** Il limite inferiore della Marna di Bruntino può presentare tre aspetti: discontinuità stratigrafica con appoggio netto sulla sottostante Maiolica, incompleta e/o troncata a tetto, con lacuna; appoggio netto sulla Maiolica probabilmente completa, e senza lacuna documentabile; passaggio graduale per mezzo di una litozona di transizione alla sottostante Maiolica (Torre de' Busi).

**Età:** L'età della Formazione è compresa tra l'Aptiano inferiore e l'Albiano superiore, in tutte le aree con successione completa.

#### **MAIOLICA (44)**

**Definizione:** La Maiolica è una successione di calcilutiti bianche o grigio chiare a stratificazione sottile, con liste e noduli di selce di colore variabile da rosa, alla base della Formazione, a grigio o nero.

**Litologia:** Sulla base delle differenti associazioni di facies, la Maiolica è stata suddivisa in una successione di litozone, datate in base ai nanofossili calcarei e correlate lateralmente su basi fisiche e paleontologiche così riassumibile:

- litozona di transizione inferiore, caratterizzata dall'alternanza di calcilutiti sottilmente stratificate bianche e rosate, con marne e selci rosate;
- litozone costituite da ritmiche alternanze tra strati di selce e di calcilutiti (nella parte inferiore e media della Formazione);
- litozone caratterizzate da coppie calcilutite con noduli di selce-marna e/o calcilutite-black shale
- litozona di transizione superiore, caratterizzata da alternanze calcareo-marnose in strati medi, con black shales ma prive di selce.

**Rapporti Stratigrafici:** Il limite inferiore della Formazione assume caratteri differenti: limite netto con ampia lacuna determinata dalla troncatura delle unità giurassiche sottostanti; limite netto senza lacuna determinabile su basi paleontologiche, con appoggio sul sottostante Rosso ad Aptici; passaggio graduale, con sviluppo di una litozona di transizione tra Maiolica e Rosso ad Aptici.

**Età:** Titoniano superiore - Aptiano inferiore.

#### **COPERTURE CRETACICHE**

##### **ROSSO AD APTICI (43)**

**Definizione:** Il Rosso ad Aptici è costituito da una successione di calcari marnosi, marne calcaree e marne, a stratificazione sottile e media, piano-parallela, piano-ondulata o pseudonodulare, con liste e noduli di selce. I colori variano da rosso violacei a grigio rosati a bianchi. L'unità appartiene al Gruppo del Selcifero Lombardo.

**Litologia:** Il Rosso ad Aptici presenta caratteri litologici uniformi nella porzione centrale, presentando le maggiori variazioni nelle parti inferiore e superiore. La successione più normale comprende la litozona di transizione inferiore, la successione di marne e calcari marnosi sottilmente stratificati e la litozona di transizione superiore, in cui si alternano marne calcaree rosse o rosate e calcilutiti tipo Maiolica. Entrambe le litozone inferiore e superiore possono comprendere corpi di breccie, paraconglomerati intraformazionali e slump.

**Rapporti Stratigrafici:** Il limite inferiore è graduale nelle successioni più complete dei settori bacinali, risultando determinato dal progressivo decremento degli strati



selciferi e dal passaggio a colorazioni più diffusamente rosse. Nei settori di alto strutturale lo stesso limite si presenta netto, e talora associato ad una discontinuità stratigrafica.

**Età:** L'età della Formazione è Kimmeridgiano - Titoniano sup., in base al ritrovamento di Aptici, ed alla zonazione a Calpionelle e nanofossili calcarei.

#### **RADIOLARITI (42)**

**Definizione:** Le Radiolariti appartengono con il Rosso ad Aptici al Gruppo del Selcifero Lombardo.

**Litologia:** Le Radiolariti consistono di una successione di selci a stratificazione decimetrica, piano-parallela o piano-ondulata, di colore rosso, verde o bruno, con interstrati argillosi e marnosi e livelli marnoso-calcarei, questi ultimi più frequenti nella metà superiore della Formazione.

**Rapporti Stratigrafici:** Il limite inferiore presenta caratteri differenti a seconda della posizione paleogeografica e strutturale. Nel bacino dell'Albenza il passaggio alla sottostante Formazione di Sogno è molto rapido, e sottolineato dalla locale presenza di un orizzonte metrico di argilliti rosse. In generale l'intero Gruppo del Selcifero Lombardo rappresenta un orizzonte di scollamento tra le unità giurassiche inferiori e superiori, risultando mancante, ridotto o raddoppiato per ragioni tettoniche.

**Età:** L'età della Formazione è ritenuta Batoniano superiore – Kimmeridgiano.

#### **FORMAZIONE DI SOGNO (40)**

**Definizione:** La Formazione di Sogno comprende marne, calcari marnosi ed argilliti, a stratificazione variabile da sottile a media, piano-parallela, di colore variabile da grigio a rosso o verde, con noduli e liste di selce più abbondanti nella parte superiore. L'area-tipo è il bacino dell'Albenza, la sezione-tipo affiora lungo la carrozzabile per Colle di Sogno, sul versante meridionale del M. Brughetto (area posizionata esternamente al confine comunale di Torre de' Busi e ricadente in comune di Carenno individuata nell'allegato 14 della D.G.R. n. 8/7374/08 della Regione Lombardia come geosito).

**Litologia:** La Formazione è stata suddivisa in tre litozone i cui caratteri sono riassumibili nel modo seguente (dal basso):

- litozona 1, caratterizzata dall'alternanza di marne, calcari marnosi ed argilliti grigie, verdi e rosse. La porzione inferiore presenta una significativa frazione terrigena fine;
- litozona 2, comprendente un'alternanza ciclica di calcari marnosi e marne, di colore grigio - verde nelle porzioni inferiore e superiore, rosso in quella intermedia. La stratificazione è piano-parallela, da sottile a spessa. Frequentemente gli strati calcarei mostrano gradazione diretta da calcarenite molto fine a marna, e risultano bioturbati prevalentemente nella parte sommitale, suggerendo una messa in posto di tipo torbido. Sono ricorrenti gli orizzonti bioclastici a Bivalvi pelagici, mentre la selce compare unicamente nella parte superiore dell'intervallo;
- litozona 3, costituita da calcari marnosi a stratificazione sottile piana o ondulata, di colore grigio o rossiccio, con intercalazioni argillitiche



centimetriche e noduli di selce in prevalenza rossa. Il passaggio con le sovrastanti Radiolariti è sottolineato da un orizzonte di argilliti laminate rosse.

**Rapporti Stratigrafici:** Il limite inferiore, con il sottostante Calcere di Domaro, è netto, e corrisponde al passaggio tra calcilutiti bioturbate grigie, con selce, e marne argillose rossastre, verdi e grigie, con pochi livelli calcarei. In prossimità del limite inferiore della Formazione è presente un caratteristico orizzonte di argilliti nere ricche in materia organica

**Età:** L'età della Formazione è Toarciano - Baiociano inferiore (o più genericamente Toarciano - Giurassico medio) in base alla zonazione ad Ammoniti ed ai nannofossili calcarei.

### **CALCARE DI DOMARO (38)**

**Definizione e litologia:** La Formazione è costituita da calcari marnosi grigi, a stratificazione variabile da sottile a spessa, piano-parallela, con liste e noduli di selce ed intercalazioni marnose grigio - verdi. In associazione si rinvengono calcilutiti grigie o rosse con intercalazioni di calcari marnosi nodulari, ricchi in Ammoniti, o strati e banchi calcarenitico-marnosi a liste di selce, gradati e laminati.

**Rapporti Stratigrafici:** Il limite inferiore è normalmente graduale, corrispondendo al passaggio da calcari marnosi scuri con selci nere, ad una successione caratterizzata da colori più chiari e stratificazione più regolare. Localmente tale limite precede stratigraficamente di pochi metri un intervallo ricco in intercalazioni di calcilutiti rosate e marne argillose rosse o verdi a noduli micritici (regione dell'Albenza).

**Età:** L'età della Formazione è Pliensbachiano (Carixiano *p.p.*-Domeriano), in base alla biozonazione ad Ammoniti ed alla più recente biostratigrafia a nannofossili calcarei.

### **CALCARE DI MOLTRASIO (37)**

**Definizione e litologia:** Il Calcere di Moltrasio è costituito da una successione di calcari marnosi grigio scuri o neri, con noduli e liste di selce, a stratificazione media, piano parallela, con frequenti intercalazioni marnose. Lo spessore della Formazione arriva ad oltre 800 metri nei settori bacinali interposti (Albenza, Sebino).

**Rapporti Stratigrafici:** Il limite inferiore della Formazione può essere netto, a tetto dei livelli intensamente silicizzati che coronano il Calcere di Sedrina, o più graduale quando questi ultimi non sono riconoscibili. Di norma il passaggio tra le due unità è definito dalla maggiore frequenza e spessore delle intercalazioni marnose, dal colore nerastro delle selci e dalla comparsa di sedimenti torbiditici. La porzione inferiore della formazione è quasi ovunque caratterizzata dalla presenza di alcuni livelli, sviluppati su spessori metrici, molto intensamente silicizzati, di colore bruno o nerastro.

**Età:** L'età del Calcere di Moltrasio è Sinemuriano - Pliensbachiano *p.p.*, in base alla biostratigrafia ad Ammoniti .

### **CALCARE DI SEDRINA (35)**

**Definizione:** Si tratta di una successione ben stratificata di calcari bioclastici talora dolomitici, calcari oolitici e calcari marnosi con noduli di selce, di colore variabile da



grigio a nerastro. A tetto la Formazione può essere coronata da un intervallo al massimo decametrico intensamente silicizzato, di colore bianco o grigio-scuro fino a nero. All'interno della Formazione sono quasi ovunque riconoscibili due livelli riccamente fossiliferi, nella parte inferiore e nella parte superiore.

**Litologia:** Assai schematicamente si possono distinguere diverse litozone che formano il Calcare di Sedrina:

- litozona calcarea inferiore, costituita da calcari grigio scuri a stratificazione media piano-parallela, con rare liste e noduli di selce, alternati a marne in livelli centimetrici. tale litozona può passare a calcari grigi a stratificazione media, poveri di selce e senza intercalazioni argilloso-marnose, frequentemente oolitici e bioclastici (Bivalvi, Gasteropodi, Brachiopodi, Ostracodi) e localmente oncolitici;
- litozona calcareo- marnosa, costituita da calcari micritici di colore grigio scuro, a stratificazione media piano-parallela o piano-ondulata con abbondanti noduli di selce nera, intercalati a marne e marne argillose grigio scure. Tale litozona presenta notevole continuità laterale in tutti i settori di affioramento del Calcare di Sedrina;
- litozona oolitico-bioclastica, costituita da strati e banchi di calcareniti e calciruditi oolitico - bioclastiche, talora ricche in Brachiopodi, Crinoidi, Bivalvi, spesso fortemente silicizzate, normalmente organizzate in corpi mal stratificati di spessore fino a decametrico, con laminazioni oblique concave o piane. Le calcareniti possono associarsi a strati di calcari micritici più sottili a bioclasti dispersi. Localmente parte della litozona risulta interamente silicizzata, assumendo un caratteristico colore grigio-bianco, come nella regione dell'Albenza.

**Rapporti Stratigrafici:** Il limite inferiore è frequentemente transizionale, e normalmente corrisponde al passaggio tra i calcari dolomitici massicci della Dolomia a Conchodon ed una successione meglio stratificata, di colore più scuro, con intercalazioni marnose e più abbondanti noduli di selce.

**Età:** L'età del Calcare di Sedrina, in base alla biostratigrafia ad Ammoniti e Brachiopodi, è prevalentemente Hettangiana.

## **COPERTURE TRIASSICHE**

### **DOLOMIA CONCHODON (34)**

**Definizione:** La Dolomia Conchodon è esclusivamente carbonatica e di colore tipicamente grigio-nocciola chiaro, massiva o in strati e banchi amalgamati.

**Litologia:** L'unità alla base è costituita da grainstones finemente oolitici seguiti verso l'alto da alternanze di mudstones scarsamente fossiliferi e grainstones oolitici. Nelle facies oolitiche si hanno frequenti corpi lenticolari con laminazioni oblique a grande e piccola scala, a volte con base erosiva. Nelle facies basali sono a volte presenti calcareniti oo-litoclastiche a clasti intraformazionali, oppure piccoli filoncelli sedimentari (Albenza). I fossili sono estremamente rari, per lo più dati da piccoli Foraminiferi bentonici al nucleo di ooidi .

L'ambiente deposizionale è quello di una estesa piattaforma carbonatica in prevalenza subtidale, di tipo bahamiano, dominata da un'elevata produttività in ooliti, fanghi pellettiferi e micrite.



**Rapporti Stratigrafici:** Il limite inferiore è netto con il Calcarea di Zu, evidenziato dalla comparsa di grainstones oolitici massivi soprastanti calcari sottilmente stratificati, grigi, micritici e/o bio-oolitici del Calcarea di Zu sommitale. Il limite superiore è pure netto, situato in corrispondenza della comparsa di calcari grigi e grigio scuri stratificati, localmente con lenti fossilifere del Calcarea di Sedrina.

**Età:** L'età della Dolomia a Conchodon basale, sulla base della posizione stratigrafica potrebbe corrispondere al Retico superiore; la sua porzione sommitale è tuttavia attribuita all'Hettangiano basale sulla base di faune presenti nel soprastante Calcarea di Sedrina non più antiche della seconda biozona dell'Hettangiano.

### **CALCARE DI ZU (33)**

**Definizione:** Il Calcarea di Zu è costituito da calcari micritici e bioclastici, calcari marnosi da grigi a nerastri, in strati decimetrici piano-paralleli o in banchi plurimetrici costituiti da strati amalgamati. Subordinate sono le intercalazioni di marne e, più raramente, argilliti marnose nerastre di spessore metrico presenti soprattutto alla base e alla sommità, esse infatti caratterizzano le associazioni di litofacies dei membri inferiore e superiore. Caratteristica dell'unità è inoltre la presenza di un Membro intermedio essenzialmente calcareo con Coralli, Brachiopodi, Crinoidi, Foraminiferi, ooliti e localmente grossi Megalodontidi. In corrispondenza del limite superiore con la Dolomia a Conchodon sono presenti 15-30 m di calcari scuri sottilmente stratificati e localmente con noduli di selce nera al tetto.

**Litologia:** La successione mostra una marcata ciclicità con ripetuti cicli asimmetrici ad alta frequenza. Ciascun ciclo inizia con argilliti marnose grigio-scure passanti a marne, seguite da calcari marnosi intercalati con marne e infine da calcari in strati sempre più spessi separati da sottili interstrati marnosi. La sommità dei cicli del membro superiore è costituita da mudstones fossiliferi o packstones bioclastici e localmente al tetto grainstones oolitici. Il limite superiore del ciclo può essere sottolineato da un sottile orizzonte mm- centimetrico con mineralizzazioni ferrifere (hard-grounds dell'Albenza).

Si osserva anche un aumento della granulometria verso l'alto, passando da mudstone a wackestones/packstones; più raramente sono presenti packstones/grainstones oolitici con laminazione oblique da barra e ripples di corrente. I livelli a Coralli sono caratteristici sia della base e della sommità di alcuni banchi calcarei; si tratta in genere di packstones/rudstones bioclastici derivati dallo smantellamento di piccole biocostruzioni; localmente (Albenza) sono presenti veri e propri patch-reef.

La parte alta del Membro intermedio può inoltre presentarsi parzialmente dolomitizzata e occasionalmente al tetto con una discontinuità caratterizzata da tasche di brecce carbonatiche intraformazionali.

**Età:** Il calcarea di Zu si colloca nel Norico-Retico.



### **3.2 Carta della dinamica geomorfologica (Tavola G2)**

La Carta geomorfologica riporta gli elementi naturali e antropici ritenuti indicativi delle maggiori dinamiche geomorfologiche che hanno interessato e tuttora interessano il territorio.

Questa carta interessa l'intero territorio comunale ed è stata redatta alla scala 1:5.000, scala ritenuta idonea sulla base della quantità e della densità di dati da rappresentare.

La morfologia dell'area presenta molteplici aspetti legati sia alla varietà dei tipi litologici, sia alla diversità dei processi geomorfologici che, in funzione delle condizioni climatiche passate ed attuali, hanno modellato e modellano tuttora la zona. I processi geomorfologici evidenziati nello studio del territorio di sono principalmente legati all'azione dell'acqua sia incanalata sia diffusa ed all'azione gravitativa dei versanti.

Sulle tavole sono stati riportati tutti i fenomeni di dissesto del territorio, le aree in cui si individuano i maggiori depositi detritici, gli elementi morfologici più rilevanti con definizione delle zone con pendenze medio elevate in grado potenzialmente di innescare processi gravitativi e gli interventi di consolidamento o protezione del territorio realizzati.

Le informazioni riportate in carta sono state suddivise in:

- fenomeni di dissesto idrogeologico;
- aree in cui si individuano i maggiori depositi detritici;
- elementi della dinamica geomorfologica;
- depositi superficiali inconsolidati;
- elementi geomorfologici;
- interventi;
- dissesti di cui è stata compilata apposita scheda in relazione.

#### **3.2.1 Fenomeni di dissesto idrogeologico**

Sono state censiti i dissesti noti reperendo i dati dall'"inventario dei Fenomeni franosi" della Regione Lombardia, dallo "Studio idrogeologico del territorio della Comunità Montana" ed integrati con i dati a disposizione degli scriventi.

Allo scopo di considerare comunque tutti i fenomeni rendendo al contempo leggibile la cartografia, i fenomeni franosi ricadenti nelle medesime aree o zone qualora coincidenti come tipologia di fenomeno e stato di attività sono stati accorpati senza distinguere fra aree di distacco o accumulo.

I fenomeni di dissesto considerati sono descritti nei paragrafi successivi; in cartografia si sono inseriti sia i dissesti di cui è noto il perimetro (descritti come dissesti perimetrati), sia quei dissesti di minor rilevanza di cui si hanno in disponibilità pochi dati (descritti come dissesti non perimetrati) di cui non è nota la geometria e le dimensioni ma solo la conoscenza dell'avvenimento e la zona in cui è avvenuto. Questi ultimi fenomeni sono stati individuati come elementi puntiformi indicando di fatto solo la tipologia del fenomeno e la zona di accadimento. Tali dati rivestono un interesse in quanto soprattutto per la loro quantità indicano la attitudine che ha il territorio al dissesto.

Per le forme e i processi geomorfologici legati alla dinamica di versante possono essere utilizzati i seguenti stati di attività:



Attivo, che presenti uno o più sintomi di attività;  
Quiescente, se può essere riattivato dalle sue cause originarie.

### **Le esondazioni**

Sono fenomeni legati alla formazione di una portata di piena, causati da eventi di pioggia superiori alla media. La maggior parte delle acque meteoriche piovute in un bacino, scorrono verso zone di compluvio più basse formando un “deflusso superficiale” che alimenta dapprima i rigagnoli, e successivamente, per arricchimento, i torrenti e poi i fiumi.

La fuoriuscita delle acque dagli alvei fluviali crea degli allagamenti delle aree circostanti apportando danni alle infrastrutture e alle strutture, la necessità di provvedere all'evacuazione delle aree, ma anche il pericolo di perdite di vite umane.

### **Aree a franosità diffusa**

Sono state comprese quelle zone in cui è possibile la formazione di frane da scivolamento superficiali di ridotte dimensioni che possono innescarsi diffusamente sull'intera zona.

### **Scivolamenti**

Si tratta di fenomeni in cui all'interno del terreno si forma una superficie, di norma curvilinea (scivolamento rotazionale) rettilinea (scivolamento traslativo), di rottura che comporta il distacco e lo scivolamento del materiale isolato. Spesso sono associati alla presenza di una zona di debolezza nel materiale o ad un deciso passaggio tra porzione superficiale alterata e substrato non alterato lungo cui si imposta la parte di superficie di rottura meno inclinata.

### **Colamento lento e rapido**

Si tratta di un movimento in massa, areale, in cui le superfici di taglio hanno breve durata, sono numerose e tra loro vicine e non si riconoscono al termine dell'evento. A seguito della rottura del materiale lo stesso scivola, a seguito della forte liquefazione, verso le zone più depresse; in funzione della velocità di scivolamento dei materiali il fenomeno è classificabile come lento o rapido. I fenomeni più pericolosi sono quelli veloci in quanto in poco tempo sono in grado di percorrere lunghi tratti con energie medio elevate.

### **Complesso**

Si tratta di fenomeni che interessano più tipologie di frane che durante l'evolvere del dissesto si combinano; spesso si individuano frane da scivolamento che successivamente scendendo verso valle evolvono in colate soprattutto per disgregazione totale o liquefazione del materiale.

### **Erosione**

Si tratta di fenomeni di erosione di sponda lungo i corsi d'acqua legati all'energia delle acque di deflusso in grado di trasportare materiale in sospensione o asportare i detriti dalle sponde dei fiumi.



## **Conoide**

Sono fenomeni di colamento in massa di rocce, terreni ed acque. Le conoidi sono causate da eventi di pioggia eccezionali. I fenomeni di conoide rappresentano una delle manifestazioni più evidenti dell'interazione tra fenomeni di origine idrogeologica e quelli di origine idraulica.

## **Crolli**

Si tratta di distacchi di materiale roccioso o terrigeno, normalmente su pareti molto inclinate e fratturate (il materiale si muove prevalentemente in aria per caduta libera, rotolamento e rimbalzando, con un movimento molto rapido od estremamente rapido), che per gravità discende verso valle mediante rotolamento, traslamento o rimbalzo. Tale fenomeno di norma costituisce i rischi maggiori. I massi possono raggiungere distanze e velocità elevate con traiettorie variabili anche in altezza.

### **3.2.2 Elementi della dinamica geomorfologica**

Sono state riportate le zone dove è stata o si presume la presenza di falde sospese all'interno dei depositi di natura fine con possibile presenza lenti di materiale granulare, o aree in cui il drenaggio e l'infiltrazione delle acque è difficoltoso con ristagno delle acque in superficie.

Sono state inoltre indicate, con perimetri incerti, delle zone in cui in passato sono state svolte attività a carattere non industriale di estrazione della pietra da cote. Tali attività sono state eseguite in zone molto acclivi estraendo, lungo strato a cielo aperto o in piccoli cunicoli ancora esistenti, i materiali arenacei da cui si ricavano le coti. Lo scarto di lavorazione è stato accatastato lungo il versante a formare dei muri a secco che, a seguito delle intemperie e del tempo, sono collassati incanalando i detriti lungo gli impluvi.

### **3.2.3 Depositi superficiali inconsolidati**

Sono state definite le zone in cui sono presenti coltri di detrito dello spessore di alcuni metri derivanti dal disgregamento delle pareti di roccia. Nelle zone a minor acclività e dove il detrito non è più soggetto a movimenti del materiale le superfici sono state colonizzate dalla vegetazione erbacea.

Il deposito è stato suddiviso in aree con detrito a grossi blocchi, presente alla base delle pareti rocciose caratterizzate da fratture con equispaziature elevate, e detrito sciolto che di norma interessa le zone dove sono presenti le pareti con ammassi rocciosi molto fratturati che generano un detrito medio fine.

### **3.2.4 Elementi geomorfologici**

Sono stati individuati i principali elementi caratterizzanti la morfologia.

#### **Scarpate in erosione**

Si individuano lungo i canali (impluvi) dove la geometria lineare unitamente alla pendenza e alla presenza di materiale solido sciolto permettono alle acque di piena la mobilitazione del detrito che, scendono rovinosamente verso valle, incidono le pareti e gli alvei.



### **Nicchia di frana**

Sono state individuate le alcune delle nicchie di distacco di dissesti di ridotte dimensioni rilevati negli anni passati nella zona di Valcava. Non sono state riportate le nicchie di frana delle aree in cui o sono stati eseguiti gli interventi di messa in sicurezza o dove è stato eseguito l'accorpamento di più fenomeni franosi (con egual caratteristiche).

### **Orlo di scarpata**

Individua le più importanti zone di ciglio delle pareti rocciose.

#### **3.2.5 Interventi**

Sono riportate le modificazioni più significative apportate al territorio dall'uomo per contenere fenomeni di dissesto idrogeologico, soprattutto a seguito degli eventi alluvionali del Novembre 2003 che hanno interessato e colpito tutto il territorio comunale. Sono state così individuate le reti in aderenza, posizionate a ridosso delle pareti rocciose allo scopo di evitare la caduta dei detriti a valle, le barriere paramassi, ubicate lungo i versanti a valle delle pareti rocciose e a monte di elementi vulnerabili sensibili in grado di arrestare eventuali massi in caduta, i dreni posizionati nel sottosuolo e le canalette di scolo delle acque di deflusso superficiale.

#### **3.2.6 Dissesti di cui è stata compilata apposita scheda in relazione**

Per quanto attiene il dissesto idrogeologico sono state compilate quattro schede per quanto concerne le frane da scivolamento che fanno riferimento ai dissesti avvenuti negli eventi alluvionali del novembre 2002 del 2003, e nove schede per le aree da cui si generano i fenomeni (quelli che comportano i rischi maggiori per gli abitati) di caduta massi. In cartografia sono stati individuati i perimetri delle zone interessate dai fenomeni e in allegato alla relazione (vedi allegato 1) sono stati individuati i perimetri interessati dalle frane/crolli. I fenomeni di crollo e le relative aree interessate dagli scendimenti dei massi sono state definite come previsto dall'allegato n. 2 della DGR n. 8/7374/08, ed estrapolate dallo studio della "Proposta di ripermetrazione area sottoposta a vincolo ai sensi della l. 267/98 a seguito degli interventi di consolidamento versanti in Frazione San Gottardo - 1°/2° Lotto".

Per quanto attiene alle frane riportate nelle schede quasi tutte le frane rientrano nella classe degli scivolamenti, che talora evolvono in colate (secondo la classificazione delle frane di Varnes) e si sono impostate sui depositi morenici e di versante, superficiali a granulometrie limo-ghiaiose. La maggior parte dei fenomeni è stata di neo-genesi, anche se interessano aree nelle cui immediate vicinanze già in passato si erano registrati eventi di instabilità e perciò risultavano note come aree a rischio. I fenomeni si sono originati conseguentemente alle intense e prolungate precipitazioni piovose, le quali hanno determinato la saturazione dei terreni superficiali di copertura.

Tra le giornate del 26 e 30 novembre 2002, sul territorio comunale di Torre dé Busi sono state registrate 19 frane, le frane caratterizzate da maggior intensità sono state Roncaglia, San Gottardo, Favirano.



### **3.3 Carta Geologico – Tecnica (Tavola G3)**

Allo scopo di fornire delle indicazioni di massima sulle caratteristiche geotecniche – geomeccaniche dei materiali affioranti in superficie nel territorio comunale, utili alla pianificazione degli interventi e all'individuazione delle aree dove si rilevano le principali problematiche legate alla trasformazione dell'utilizzo del suolo, è stata redatta una carta geologico – tecnica.

Nella cartografia il territorio comunale è stato suddiviso in unità geologico- tecniche, in base alle formazioni litologiche, per le quali è stata fornita una caratterizzazione geotecnica/geomeccanica di massima. Per la stesura del documento sono stati incrociati i dati relativi alla caratterizzazione fisico meccanica dei materiali (caratteristiche geotecniche dei terreni e geomeccaniche degli ammassi rocciosi) con quelli relativi alla situazione idraulica ed idrogeologica.

Per la definizione delle caratteristiche fisico meccaniche si è fatto riferimento a tutti i dati in disponibilità degli scriventi, le indagini redatte a supporto di progetti di interesse pubblico in disponibilità presso l'archivio comunale (come dettagliato in cartografia) e ai rilievi eseguiti nell'ambito del presente studio.

Le informazioni riportate in carta sono state suddivise in:

Caratteri litotecnici degli strati superficiali del sottosuolo;

Aree su cui sono disponibili indagini geologiche.

#### **3.3.1 Caratteri litotecnici degli strati superficiali del sottosuolo**

Il territorio è stato suddiviso in aree omogenee caratterizzate dalle medesime caratteristiche fisico meccaniche; sono state suddivise in due categorie, aree in cui si intercettano i depositi con spessori superiori a 3 m e zone dove il substrato roccioso è subaffiorante. Per ogni categorie sono state individuate tre sottocategorie. Per ogni sottocategoria sono state infine definite le principali caratteristiche utili a caratterizzare i materiali dal punto di vista meccanico.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni che viene indicata è di larga massima, al solo scopo di inquadrare il territorio Comunale. La stessa non deve assolutamente essere utilizzata per la pianificazione attuativa e la progettazione esecutiva, per cui è necessario procedere alle indagini dettagliate previste dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14/01/2008).

##### **Depositi superficiali**

Ambito DD (Discrete proprietà geotecniche): corrisponde ad aree occupate da ghiaie e sabbie con matrice limoso- sabbiosa.

Ambito DSU (Sufficienti proprietà geotecniche): corrisponde ad aree occupate da ciottoli e blocchi sciolti.

Ambito DS (Scadenti proprietà geotecniche): corrisponde ad aree occupate da limi sabbioso- argillosi con ciottoli sparsi e falde sospese.

##### **Substrato roccioso**

Ambito SB (Buone proprietà geotecniche): comprende formazioni calcaree e dolomitiche con interstrati marnoso- pelitici.

Ambito SD (Discrete proprietà geotecniche): comprende alternanze di calcari, marne, argilliti, siltiti e peliti.



Ambito SS (Scarse proprietà geotecniche): comprende alternanze marnoso-arenacee e banchi calcareo- marnosi.

### **3.3.2 Aree su cui sono disponibili indagini geologiche**

Sulla carta sono riportati in una specifica tabella i principali riferimenti delle indagini geologiche depositate presso il Comune con i riferimenti al progetto per il quale sono state predisposte, l'anno e la tipologia di indagini che sono state eseguite. Per ogni indagine è stata individuata la zona interessata dagli studi.

Si è ritenuto utile fornire le indicazioni sui principali lavori con indagini disponibili presso il comune permettendo così una rintracciabilità dell'ampia documentazione geologica disponibile per il territorio comunale per chi dovesse ritenere utile l'acquisizione della documentazione per ulteriori approfondimenti.



### **3.4 Carta Idrogeologica (Tavola G4)**

Nella carta idrogeologica sono stati riportati tutti gli elementi legati alla dinamica delle acque sia superficiali che sotterranee.

Gli elementi dell'idrologia superficiale sono stati acquisiti e riportati come definite nello "Studio del Reticolo Idrico Minore" del comune di Torre de Busi, a cui si fa riferimento e si rimanda per tutti gli approfondimenti. L'area di esondazione è stata invece definita sulla base dei dati riportati nella "Carta geomorfologica".

Le informazioni riportate in carta sono state suddivise in:

Ubicazione ponti e serbatoi;

Reticolo idrografico;

Grado di permeabilità;

Emergenze idriche.

#### **3.4.1 Ubicazione ponti e serbatoi**

Il territorio di Torre de Busi risulta ricco di sorgenti con portate continue ma di medio o bassa portata, alcune sorgenti risultano captate per scopi potabili ma per garantire continuità ed assicurare i picchi di consumo richiesti soprattutto nei periodi estivi sono stati realizzati svariati serbatoi che sono stati riportati in carta.

Sono stati inoltre riportati i ponti (quelli più importanti) allo scopo di fornire indicazioni sui tratti di strada potenzialmente soggetti a interazioni pericolose con i corsi d'acqua durante gli eventi meteorici rilevanti.

#### **3.4.2 Reticolo idrografico**

Sulla Carta è identificato il reticolo idrografico distinto fra reticolo a cielo aperto e reticolo intubato. I corsi d'acqua hanno un reticolo di tipo dendritico caratterizzato da poche aste di ordine superiore al primo molto rettilinee e incassate, con alvei ad elevata inclinazione con regime idrico prevalentemente torrentizio. Il regime delle acque risulta permanente solo lungo le aste maggiori dei corsi d'acqua, alimentati dalle innumerevoli sorgenti presenti nel territorio comunale.

Il corso d'acqua di maggior rilevanza è costituito dal T. Sonna che presso la zona di San Michele raccoglie la confluenza tra il ramo che nasce presso San Gottrado, con bacino idrico poco sviluppato (poco oltre 1 km<sup>2</sup>) e con dislivelli minimi, ed i due rami derivanti dalla zona di Sogno (T. Ovrena) e Valcava (T. Bratta), entrambi con bacini idrografici di alcuni km<sup>2</sup> e con dislivelli di molte centinaia di metri. La permeabilità dei terreni è medio bassa interessando praticamente solo il substrato roccioso. Il Sonna fuori dal confine comunale prosegue in comune di Caprino Bergamasco e sfocia nell'Adda presso il comune di Pontida.

Un secondo corso d'acqua è costituito dal T. Carpine che nasce presso l'area di San Gottardo e scende in comune di Calolziocorte sfociando già a 1,2 km fuori dal comune di Torre de Busi nel F. Adda.

Sulla carta sono stati riportati i bacini idrografici sottesi alle sezioni di chiusura delle confluenze tra i rami maggiori.

E' stata riportata anche l'unica area di potenziale esondazione individuata sull'intera area di studio.

Di seguito si riportano alcune valutazioni sulle caratteristiche idrauliche dei corsi d'acqua presenti all'interno del territorio comunale di Torre de Busi.



## **Il bacino del Bratta e dell'Ovrena**

Il bacino imbrifero si sviluppa da quota 1400 m.s.l.m. fino a quota 367 m.s.l.m. nel punto in cui i due torrenti Ovrena e Bratta incontrano la Sonna. Il perimetro orientale del bacino delimita lo stesso confine della Comunità Montana, lo spartiacque a Nord-Est si imposta in corrispondenza dell'incontro tra la Valle Imagna e Valcava.

Il bacino ha una estensione completa di circa 7 kmq, esso ha una forma piuttosto arrotondata ed è solcato dalle due valli principali e da diverse vallecole laterali che si presentano fortemente incise e profonde.

La superficie del bacino è ricoperta da vegetazione ad alto fusto in particolare prevale la presenza di castagneti, i cui frutti hanno avuto un ruolo predominante nello sviluppo economico delle popolazioni locali.

L'analisi della curva ipsografica, con un integrale pari a 50,2%, evidenzia un bacino in fase matura.

Nella tabella riassumiamo i valori di alcuni parametri morfometrici stimati per il bacino del Bratta e dell'Ovrena:

$R_b$	$R_{bd}$	$I_b$	Su	Kc	Kr
3,8	3,68	0,12	0,9	0,544	0,48

I valori ottenuti di  $R_b$  e  $R_{bd}$  denunciano un bacino con un grado di gerarchizzazione poco elevato e la sua forma si discosta da quella circolare. Il valore di  $I_b$  conferma il risultato ottenuto dalla curva ipsografica, in cui si denota che il bacino si trova in una fase matura, inoltre lo sviluppo dei reticoli è controllato da fattori litologici e strutturali.

Nel reticolo fluviale non sono presenti delle confluenze anomale, ovvero ogni segmento si immette generalmente in uno di ordine superiore. Il reticolo risulta piuttosto conservativo.

L'asta fluviale ha una lunghezza di circa 3,4 km, la larghezza del corso varia tra 4 e 5 metri, la profondità media è di 0,3 m con esclusione di buche e aree depresse.

Il torrente scorre in alveo naturale di sassi, ghiaia e ghiaietto, senza subire sbarramenti o derivazioni d'acqua. In alcuni tratti in corrispondenza degli abitati il torrente è arginato.

Il Bratta ha un percorso quasi simmetrico rispetto al torrente Ovrena che presenta le stesse caratteristiche morfologiche ed idrauliche del primo.

## **Il torrente Carpine**

Il torrente nasce all'incrocio di tre Comuni (Torre de' Busi, Calolziocorte e Monte Marenzo) a quota pari a 375 m.s.l.m, esso si sviluppa quasi completamente nel territorio di Calolziocorte e attraversa tutta l'area industriale prima di sfociare nell'Adda. Il suo bacino di alimentazione è assai limitato, e le sue portate variano nel corso dell'anno e risentono fortemente degli eventi piovosi.

Il Carpine è oggetto di studio perché nel corso degli anni si sono verificati fenomeni di alluvionamento proprio in corrispondenza del tratto di valle in comune di Calolziocorte, mentre in comune di Torre de' Busi, data la ridotta estensione del bacino idrico, non si sono mai verificate problematiche di tipo idraulico.



### **Stima delle portate idriche nei corsi d'acqua**

Di seguito nelle tabelle sono riportati i valori delle portate critiche calcolate in corrispondenza delle sezioni di verifica:

#### **Torrente Sonna presso il confine comunale con Caprino Bergamasco e Torre De' Busi.**

S= 10 Km<sup>2</sup>  
L= 3,7 Km  
quota media = 858 m  
t<sub>c</sub> = 0,75 h  
C= 0,3

	<b>T=5</b>	<b>T=10</b>	<b>T=25</b>	<b>T=50</b>	<b>T=100</b>	<b>T=200</b>
<b>h (mm)</b>	40.3	46.7	54.7	60.7	66.7	72.6
<b>Q (mc/s)</b>	42	50.1	58.7	65	71.6	77.2

#### **Torrente Bratta (Torre De' Busi) poco prima della confluenza con il T. Ovrena**

S= 3,3 Km<sup>2</sup>  
L= 3,7 Km  
quota media = 913 m  
t<sub>c</sub>= 0,48 h  
C= 0,3

	<b>T=5</b>	<b>T=10</b>	<b>T=25</b>	<b>T=50</b>	<b>T=100</b>	<b>T=200</b>
<b>h (mm)</b>	35.7	41.3	48	53.7	59.1	64.4
<b>Q (mc/s)</b>	21.8	23.3	27.1	30.3	33.3	36.3

### **3.4.3 Grado di permeabilità**

Sulla base dei dati riportati sulla carta geologica è stato definito il grado di permeabilità a grande scala del suolo allo scopo di fornire indicazioni sul ruscellamento delle acque nei bacini idrologici. Al substrato roccioso è stato attribuito un grado di permeabilità basso ( $10^{-6} < k < 10^{-4}$  cm/s), ai depositi glaciali di fondovalle è stato attribuito un grado di permeabilità medio ( $10^{-4} < k < 10^{-2}$  cm/s), anche se localmente si intercettano zone limose con gradi di permeabilità molto bassi, e ai depositi di origine gravitativa (esclusile le zone dei ghiaioni dove gli spessori sono esigui) è stato attribuito un grado di permeabilità medio ( $10^{-2} < k < 1$  cm/s).

Il substrato roccioso presenta una permeabilità secondaria che localmente, a causa del grado di fratturazione o per la presenza di condotti carsici nelle rocce carbonatiche, conferisce lungo vie preferenziali di scorrimento delle acque un grado di permeabilità da medio a elevato; lungo queste vie di scorrimento scorrono le acque infiltrate dal sovrasuolo formando un acquifero localizzato che alimenta le innumerevoli sorgenti presenti nella zona.

### **3.4.4 Emergenze idriche**

Sono state censite e riportate tutte le sorgenti note aventi un carattere permanente o prevalentemente permanente, distinguendo quelle captate con opere di presa ed utilizzate per scopi potabili, e le rimanenti, definite "non captate".



Nelle schede delle sorgenti riportate nell'allegato n. 2 per sorgenti captate si intende quelle sorgenti aventi opere di captazione della risorgiva (spesso si tratta di semplici tubi di convogliamento delle acque, con una sottostante vaschette con dispersione al suolo delle acque), mentre nella tipologia di utilizzo si specifica l'uso potabile solo per quelle sorgenti che sono allacciate all'acquedotto pubblico ed utilizzate per scopi potabili (si tratta delle cinque sorgenti aventi le fasce di rispetto).

Ad ogni sorgente è stato riportato il nome identificativo con cui sono riconosciute le emergenze dai locali o denominazioni riscontrate su documenti anche antichi.

Per la maggior parte delle sorgenti è stata compilata una scheda di censimento riportata nell'allegato n. 2; nella tavola in una tabella è stato riportato il nome identificativo della sorgente ed il relativo codice della scheda redatto.

Elenco delle sorgenti captate:

Sorgente Ovrena

Sorgente Gosa

Sorgente Maglio

Sorgente Reina – Aral

Sorgente Albe

Elenco delle sorgenti non Captate:

Sorgente Bratta

Sorgente Casarola

Sorgente Terre Rosse

Sorgente Brione

Sorgente Favirano

Sorgente Combelli

Sorgente Spacca Ventre

Sorgente Bosco

Sorgente Nesuggia

Sorgente Piazzolo

### **3.4.5 Dati sulle acque sotterranee**

I dati di seguito riportati fanno riferimento allo studio "Le sorgenti del territorio della Comunità Montana Valle San Martino. Risultati dei censimenti, rilevazioni, misurazioni, analisi di laboratorio. Progetto esecutivo L. R. 10/98 - anno 2002 / 2003. Anno 2004/2005", redatto dagli scriventi per conto della Comunità Montana Valle San Martino a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

In tale studio si individuano dei "settori" (vedi Figura 3) in cui si identificano sorgenti aventi caratteristiche comuni come di seguito definito e dettagliato nella Tabella 5:

- **Settore A** - zona alta Valcava e Carenno. Sorgenti con emergenza prevalentemente in roccia (calcare di Zu). La roccia presenta giacitura da poco inclinata, nella zona in prossimità della cresta, a media inclinazione. Dal Calcare di Zu, suddiviso in 4 litozone, nel settore A affiora la quarta litozona, caratterizzata da strati centi – decimetrici calcarei ben stratificati; al tetto dell'unità mentre inferiormente vi è la terza litozona in cui si individua una bancata massiccia calcarea con livelli marnosi. Tale stratigrafia presenta una permeabilità minore della terza litozona rispetto alla quarta nella quale si ha il maggior flusso di acqua. In questo settore le sorgenti ricadono nella zona di



cerniera dell'anticlinale il cui bacino idrologico si estende anche nella zona di affioramento dell'unità geologica nella Valle Imagna. Alcune sorgenti ricadono in prossimità dei torrenti dove il si ha risorgenza per "affioramento di valle" dell'acquifero. Il flusso idrico sotterraneo dovrebbe presentare direzione di flusso prevalente circa NE-SW seguendo la superficie di strato e le fratture subverticali principali senza però scendere in profondità, a causa della presenza della terza litozona meno permeabile;

- **Settore B** – zona centrale di Torre dé Busi e settore Est di Carenno. Zona rocciosa con stratificazione subverticale in cui la composizione litologica è prevalentemente calcarea ed in subordine presenta unità o livelli a composizione silicea. Le sorgenti si ubicano tutte in prossimità dei torrenti principali più incisi e in prossimità dei limiti stratigrafici fra le unità litologiche. Il flusso idrico sotterraneo, a causa della giacitura delle superfici di strato (dove si individuano frequenti livelli o strati a composizione fine, marne – argilliti) e della fratturazione, ha una direzione prevalente parallela alle superfici di stratificazione (direzione NW-SE o viceversa).

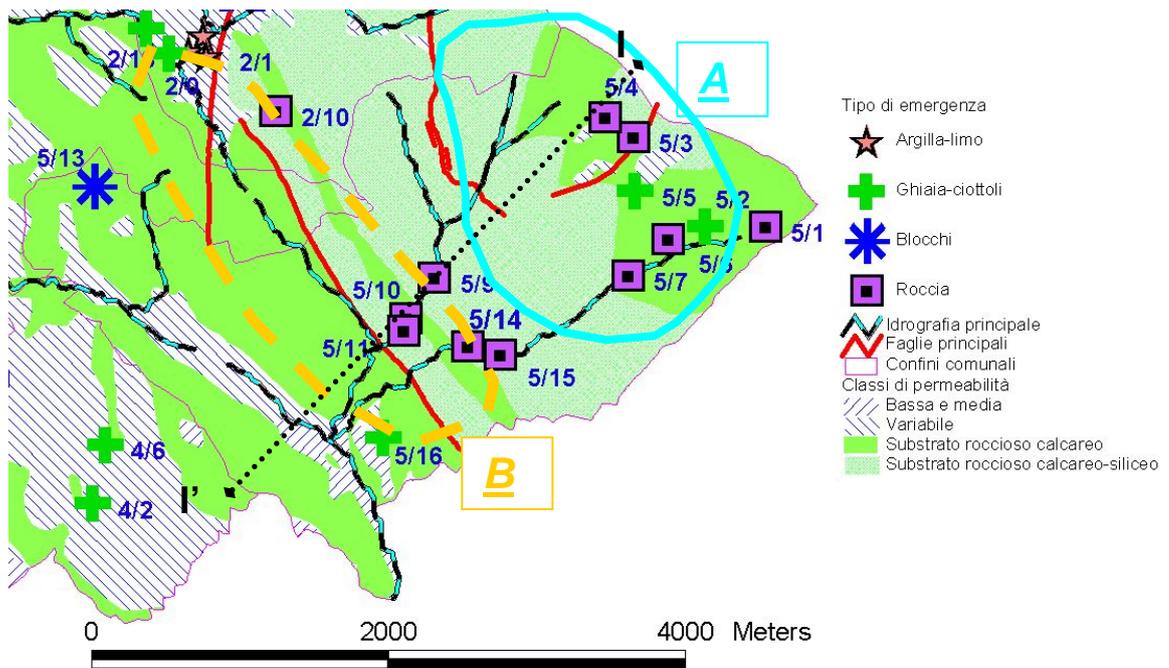


Figura 3: sovrapposizione tra il tipo di emergenza delle sorgenti, la permeabilità (correlate alla litologia prevalente), i lineamenti tettonici principali (faglie) e i torrenti più importanti. I settori sono stati individuati arealmente mediante dei poligoni a diversa grafia; con le lettere maiuscole sottolineate racchiuse all'interno di un rettangolo è stata riportato il nome. ). I – I' : tracce della sezione geologica rappresentata nella figura Figura 4.



I'  
SW

NE

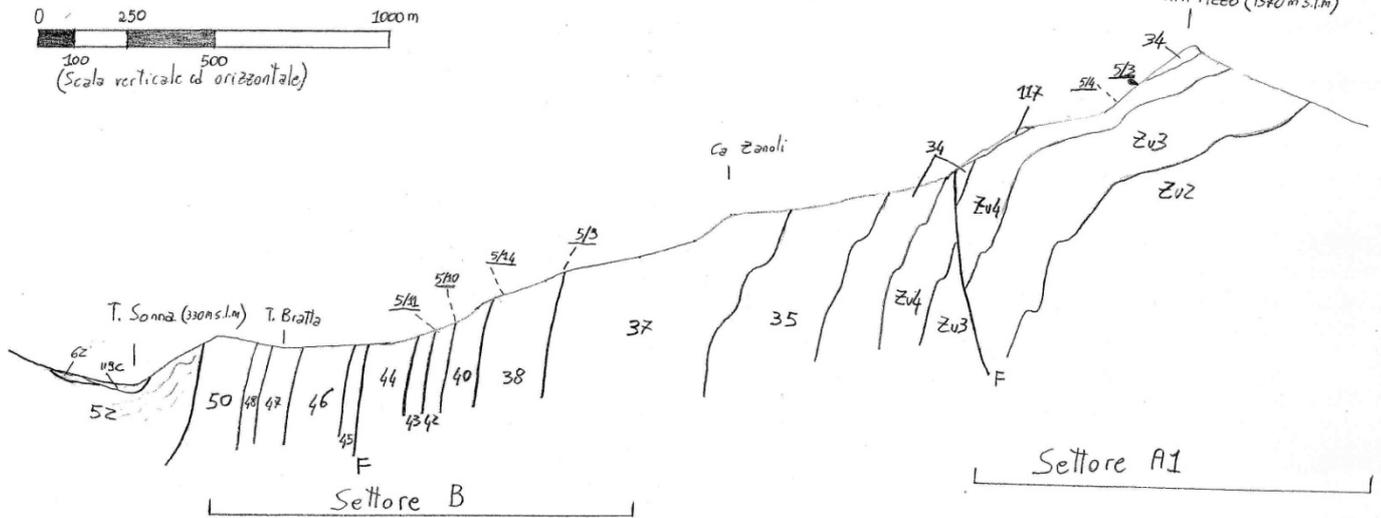


Figura 4: I – I' sezione idrogeologica schematica; per la traccia della sezione si veda Figura 3. Con la lettera F si identificano le faglie mentre i numeri identificano le unità litostratigrafiche.

Tabella 5: tabella riassuntiva delle caratteristiche rilevate all'interno di ogni settore.

		Setto A1	Setto B
<b>Area</b>		Località Valcava, in comune di Torre dé Busi	Fascia centrale (lungo i torrenti) tra le Loc. di San Marco ed il centro abitato di Torre dé Busi
<b>Estensione acquifero/i</b>		Zona di cresta comprendente Valcava e versante opposto in Valle Imagna all'interno dell'unità geol. del Calcarea di Zu. Potrebbero esservi diversi acquiferi.	Vi sono diversi acquiferi confinati all'interno delle varie unità giurassiche
<b>Direzione prevalente flusso acquifero/i</b>		Da NE-SW a N-S.	Direzione NW – SW.
<b>Litologia</b>	<b>Natura</b>	Roccia calcarea	Roccia calcarea e calcareo silicea
	<b>Giacitura</b>	Inclinazione verso SW e immersione da bassa (setto di cresta) a subverticale (nella zone più a valle).	Subverticale
<b>Tipo di emergenza</b>		Prevalentemente di affioramento di valle	Prevalentemente di affioramento di valle
<b>Portata (l/s)</b>		Molto basse (fino a 0.5)	Basse lungo la Valle Bratta (fino a 0,5), ed elevate lungo la valle Ovrena (max. 6,3)
<b>pH</b>		Da 7,3 ad 8, tipico di rocce calcaree.	Da 7,2 ad 7,7, rappresentativo soprattutto di rocce calcaree ma anche in minor percentuale di rocce silicee.
<b>Conducibilità elettrica (µS/cm)</b>		280 - 380	280 - 380
<b>Tipologia di acque</b>		Poco dure	Da molto dolci a poco dure.
<b>Concentrazioni ioni (mg/l)</b>	<b>Calcio</b>	50 - 100	-
	<b>Magnesio</b>	1 - 15	-
	<b>Sodio</b>	3 - 7	-
	<b>Potassio</b>	<=1	-
	<b>Cloro</b>	8 - 12	2 - 8
	<b>Nitriti</b>	< 0,06	< 0,06
	<b>Nitrati</b>	4 - 9	6 - 9
	<b>Solfati</b>	0,1 - 0,7	0,7 - 2,5



### 3.4.5.1 Caratteristiche chimico fisiche delle sorgenti

#### Temperatura

Le temperatura delle sorgenti varia da un minimo di 10 °C ad un massimo di 18 °C. Secondo la classificazione di Moureu queste acque sono di tipo freddo. Di norma le acque provenienti dall'acquifero presente nel detrito presentano temperature più alte. Non sono state eseguite misure ad intervalli temporali differenti e pertanto non è possibile fare correlazioni tra le variazioni di temperatura stagionali con quelle delle sorgenti.

#### Torbidità

Le sorgenti presentano una torbidità abbastanza bassa. Per le sorgenti con bacino idrologico più superficiale in occasione di eventi piovosi rilevanti si verifica, dopo un certo ritardo temporale dalla fine dei intense piogge, un intorbidimento delle acque dovuto all'aumento della velocità delle acque all'interno dei depositi superficiali che permette la movimentazione della componente argillosa qui presente. Il fenomeno si esaurisce gradualmente, mantenendo un ritardo temporale, al termine del fenomeno meteorico. Il ritardo temporale è caratteristico per ogni sorgente ed è influenzato dall'intensità e durata delle precipitazioni meteoriche.

#### Portate

Facendo riferimento alla Figura 5 si evince che:

- le sorgenti in roccia con portata maggiore di 1 l/s sono concentrate nella zona centrale del comune di Torre dé Busi (settore B);
- le sorgenti che si impostano sui depositi glaciali dell'Unità di Cantù, contraddistinta da spessori decametrici) presentano portate di norma superiori a 1 l/s;

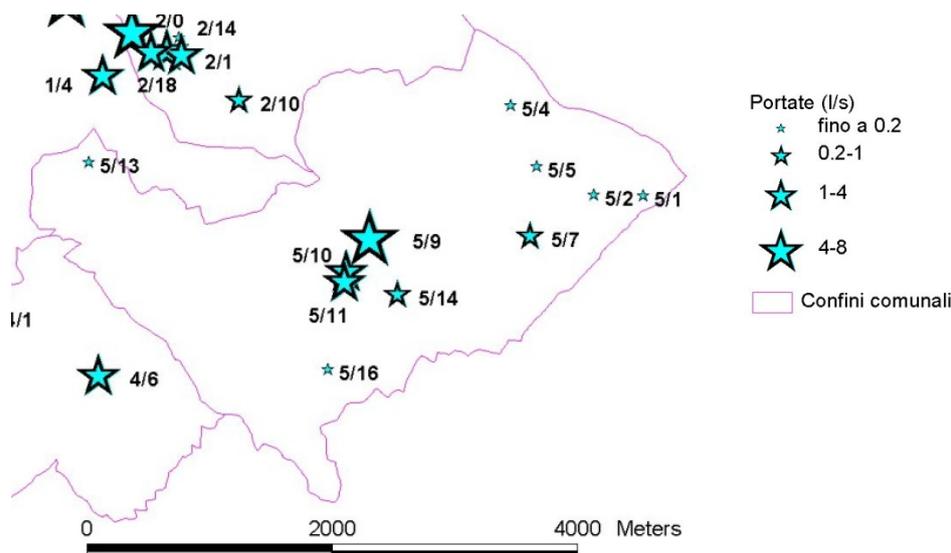


Figura 5: classi di portata delle acque di sorgente.

- le sorgenti che sgorgano dai depositi superficiali non appartenenti all'Unità di Cantù sono caratterizzate da portate di norma inferiori ad 1 l/s e molto simili alle



sorgenti presenti nello stesso settore emergenti dal substrato roccioso . Molto spesso le acque sotterranee presenti in questi sedimenti, contraddistinti da spessori variabili tra pochi metri a 10 – 20 m, appartengono allo stesso acquifero presente nel substrato roccioso circostante.

## **pH**

Dallo studio del pH è possibile individuare le caratteristiche mineralogiche prevalenti del serbatoio in cui è contenuto o circola l'acquifero. Si ricorda che un Ph <di 7,2 è tipico di serbatoi contenenti minerali ricchi in silice, mentre un pH > 7,5 è caratteristico di serbatoi a forte composizione calcarea.

Dallo studio (vedi anche Figura 6) si evince che i settori mantengono nel loro interno le caratteristiche del pH, segno che il bacino idrologico che alimenta tali settori dovrebbe essere unico e poco esteso arealmente. In particolare per ogni settore si ha:

- A – per le sorgenti affioranti nei settori più a valle il pH presenta valori tipici di rocce serbatoio a composizione calcarea (Unità del Calcarea di Zu). Nei settori di cresta il pH assume valori “neutri”, probabilmente a causa del minor tempo di permanenza delle acque all'interno delle rocce;
- B – pH variabile. In questo settore si ha la presenza in spazi ristretti sia di rocce calcaree che a forte componente silicea. E' possibile ipotizzare che il deflusso delle acque profonde avvenga parallelamente alla stratifica.

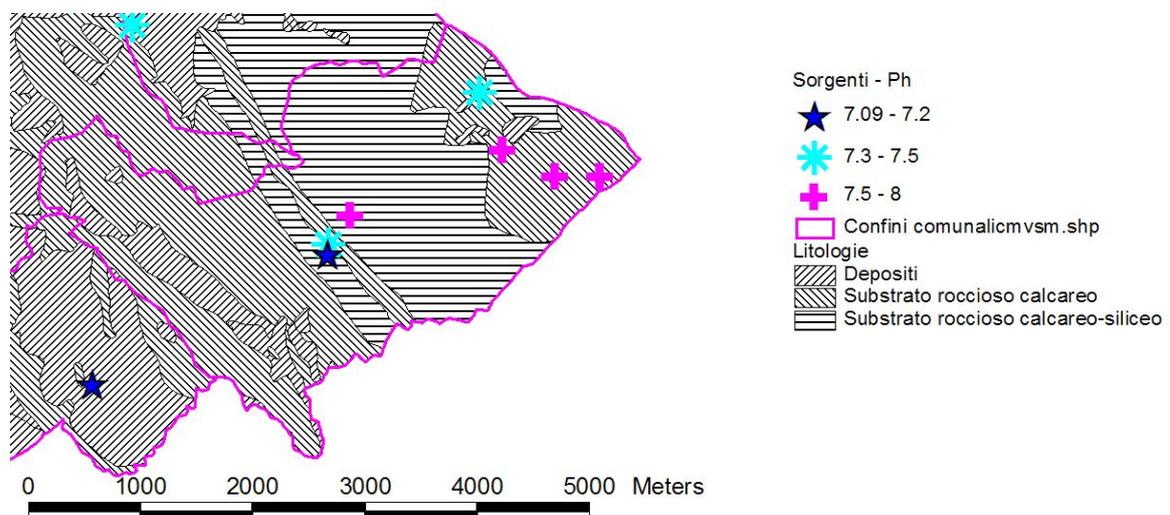


Figura 6: classi di valori di pH misurati e tipologia di litologie presenti in loco.

## **Conducibilità elettrica**

I valori di conducibilità elettrica varia da un minimo di 300 ad un massimo di 400  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

Anche in questo caso non si hanno grosse variazioni dei valori all'interno dei settori . Si evidenzia comunque una forte differenza dei valori all'interno del settore A dove si hanno valori più elevati nella zona di Carenno rispetto a quelli di Valcava.

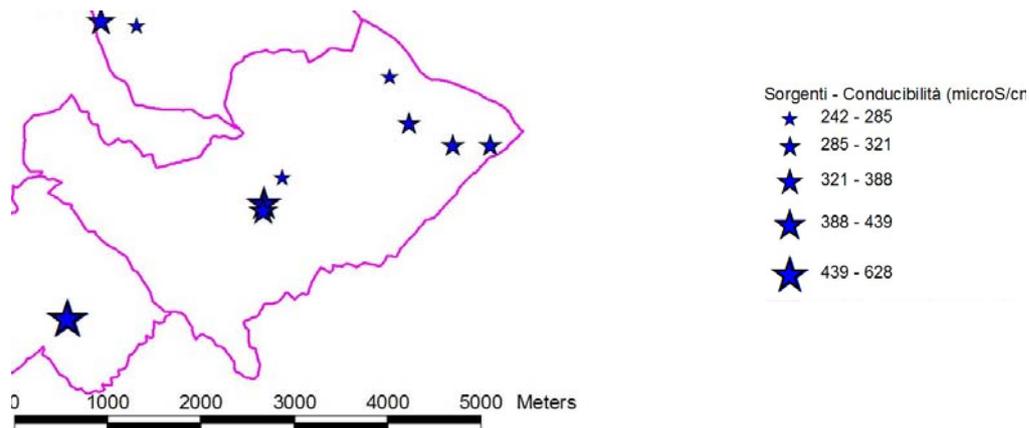


Figura 7: classi di valori di conducibilità. I valori fanno riferimento ad una temperatura di 20 °C.

### **Durezza e residuo fisso**

In generale le acque dei settori individuati sono classificabili come poco dure.

### **Calcio (Ca<sup>++</sup>)**

Si hanno a disposizione dati solo per il settore A dove i valori sono abbastanza costanti e variabili tra 50 e 100 mg/l.

### **Magnesio (Mg<sup>++</sup>)**

Presenta una concentrazione normale variabile tra 1 e 15 mg/l. Presenta distribuzioni variabili anche all'interno dei settori individuati.

### **Sodio (Na<sup>+</sup>)**

Si hanno a disposizione solo dati per il settore A dove si sono registrati valori estremamente bassi variabili tra 3 e 7 mg/l.

### **Potassio (K<sup>+</sup>)**

Sono stati misurati valori inferiori a 1 mg/l.

### **Cloruri (Cl<sup>-</sup>)**

Sono stati misurati valori variabili tra 2 e 22 mg/l (vedi Figura 8).

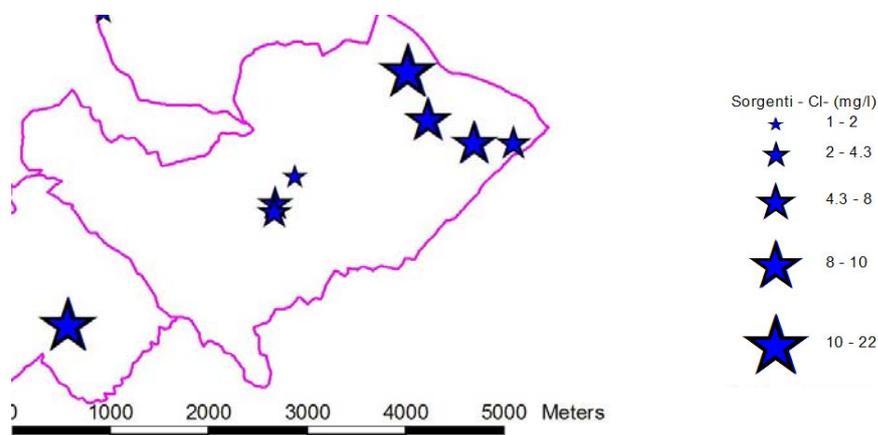


Figura 8: classi di valori della concentrazione dello ione Cl.



### Nitriti (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

I valori misurati sui 20 campioni presentano concentrazioni sempre inferiori a 0,06 mg/l.. Le tre classi ricavate rappresentate nella Fig. n. 1 in realtà dipendono dall'accuratezza delle misure eseguite dai vari laboratori e pertanto non vanno intesi come concentrazioni realmente differenti tra le varie sorgenti.

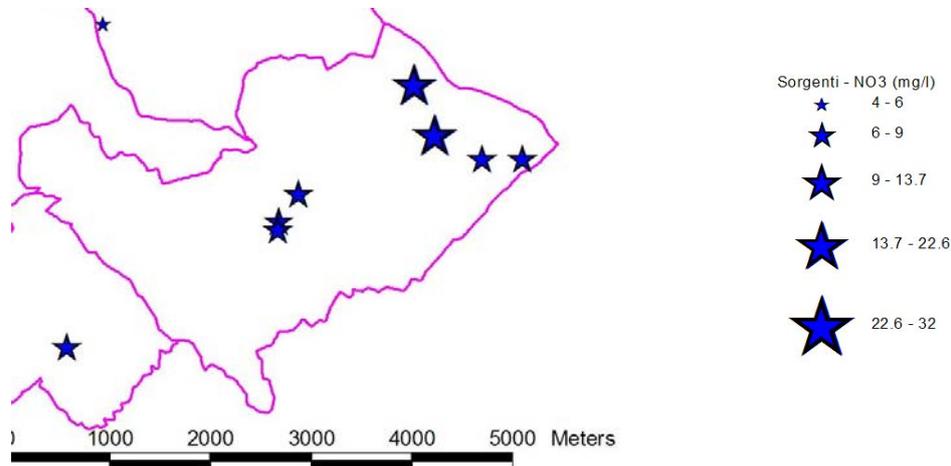


Fig. n. 1: classi di valori della concentrazione dei nitriti.

### Nitrati (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

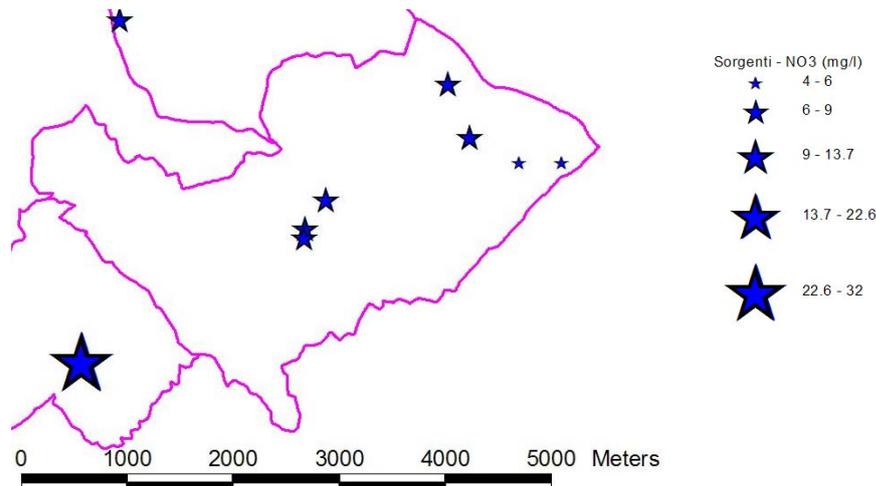


Figura 9: classi di valori della concentrazione dei nitrati.

Sono stati misurati valori variabili tra 4 e 13 mg/l (vedi Figura 9).

I valori maggiori di norma sono stati rilevati nelle zone di risorgenza prossimi a centri abitati anche di minori dimensioni dove comunque è presente o è stata attiva l'attività di pascolo del bestiame.

#### **3.4.5.2 Chimismo delle acque di falda**

##### Rapporto $rSO_4^{2-}/rCl$

Tale rapporto è molto utile per individuare la roccia madre in cui si imposta l'acquifero.

Nel settore A si sono misurati rapporti tra compresi tra 0,1 e 0,7, mentre nel settore B rapporti tra 0,7 e 2,5.



### **Rapporto $rK^+/rNa^+$**

Sono stati registrati valori abbastanza alti, variabili tra 0,14 e 1,5 segno che le rocce sono ricche in potassio.

### **Rapporto $(rNa^+ + rK^+) / rCl$**

Si hanno a disposizione valori solo per il settore A con rapporti bassi compresi tra 0,3 e 0,5 che possono indicare fenomeni di dissoluzione di solfati e carbonati di sodio oltre che cloruro e sodio. Nella zona di Valcava potrebbero essere anche dissoluzione di cloruro di calcio e magnesio.

#### **3.4.5.3 Indicazioni sulle potenziali azioni di riqualificazione delle sorgenti**

Sorgenti 5/4 – 5/5 – 5/6, sono captate con opere ormai obsolete ed in decadimento. Essendo in prossimità delle frazioni od in prossimità della tubazione acquedottistica comunale (sorg. 5/6) ed essendo caratterizzate da portate medio basse ma permanenti ed avendo caratteristiche atte allo sfruttamento potabile, potrebbero essere recuperate e sfruttate per scopi potabili o comunque per le pratiche agricole. Sorgente 5/13 è ben nota agli abitanti della zona valliva che spesso si recano per attingere, anche con taniche, l'acqua che sgorga direttamente dalla roccia. Attualmente vi è solo un tubo cementato a contatto della roccia che convoglia meno della metà della portata defluente dalla roccia. Potrebbe essere sistemata e messa in disponibilità come sorgente pubblica. Considerando la logistica e le caratteristiche del torrente in questa zona, la sorgente è posta in prossimità del torrente, non sembrerebbe comunque essere fattibile un futuro sfruttamento acquedottistico che richiederebbe la realizzazione di opere di presa.



### **3.5 Carta degli Scenari di Pericolosità Sismica Locale (Tavola G5)**

Nel presente capitolo verranno descritte le modalità utilizzate e le risultanze dello studio della componente sismica del comune di Torre de Busi.

Lo studio è consistito nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e nella redazione di un'apposita cartografia a scala 1:10.000 rappresentata dalla "Carta della pericolosità sismica locale" di seguito denominata carta delle PSL.

#### **3.5.1 Risposta sismica locale - Generalità**

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area. In funzione, quindi, delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità.

#### **Effetti di sito o di amplificazione sismica locale**

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito: – gli effetti di amplificazione topografica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto; – effetti di amplificazione litologica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.



## **Effetti di instabilità**

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito. Nel caso di versanti in equilibrio precario (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali. Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture. Nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico meccaniche si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione. Nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

### **3.5.1.1 Analisi della sismicità del territorio e carta della pericolosità sismica locale**

La valutazione dell'amplificazione sismica locale è stata fatta in riferimento alla metodologia riportata nell'allegato 5 della citata d.g.r. 22 dicembre 2005.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento:

**1<sup>a</sup> livello:** riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti.

Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

**2<sup>a</sup> livello:** caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrare nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L'applicazione del 2<sup>a</sup> livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3<sup>a</sup> livello o, in alternativa, utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa



nazionale per la zona sismica superiore (ad es. i comuni in zona 4 utilizzeranno i valori previsti per la zona 3).

Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 4, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1<sup>a</sup> livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) solo per le zone in cui è prevista l'espansione urbanistica mediante edifici strategici e rilevanti (come da elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03). Nell'ambito della presente variante al PRG non risulta prevista la realizzazione di tali opere e pertanto il secondo livello non è stato eseguito.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e per le zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5 della Tabella 1 dell'Allegato 5) non è prevista l'applicazione degli studi di 2<sup>a</sup> livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3<sup>a</sup> livello, come specificato al punto successivo.

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

Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2<sup>a</sup> livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5).

Il 3<sup>a</sup> livello è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Gli approfondimenti di 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

L'esito dello studio è stato quello di riportare nella carta di fattibilità le aree a pericolosità sismica locale distinguendo quelle con  $F_a$  maggiore al valore soglia comunale da quelle con  $F_a$  minore. Tale sovrapposizione non comporta un automatico cambio di classe di fattibilità ma fornisce indicazioni su dove poter utilizzare, in fase di progettazione, lo spettro di risposta elastico previsto dal d.m. 14 settembre 2005, oppure dove sia necessario realizzare in via preventiva gli studi di 3<sup>a</sup> livello.



### **3.5.2 Analisi della sismicità del territorio**

Il comune di Torre dé Busi è classificato in zona sismica 4. La metodologia ha previsto quindi tutti i tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione, mentre il terzo 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 per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Come detto, il livello 3° è obbligatorio anche nel caso in cui si stia 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; per quanto concerne Torre dé Busi è prevista la costruzione di una nuova scuola nella zona della Loc. Casarola.

#### **3.5.2.1 Primo livello**

##### **Descrizione delle fonti**

Per la determinazione della carta della pericolosità sismica locale si è fatto riferimento alla cartografia di inquadramento comunale, in particolare ci si è serviti di:

- rilievo aerofotogrammetrico alla scala 1:2000 per determinare le amplificazioni topografiche (zone di ciglio, creste rocciose - Z3),
- carta geologica e carta geomorfologica del presente studio per la determinazione delle aree con amplificazioni litologiche, (Z4), frane (Z1), terreni con scadenti caratteristiche geotecniche (Z2), aree a comportamenti differenziali (Z5)

##### **Descrizione del metodo**

Il metodo utilizzato ha permesso la definizione areale 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 (aerofotogrammetrico alla scala 1:2000), la cartografia geologica e geomorfologica in cui sono definiti i dissesti presenti nel territorio) e i risultati di indagini geognostiche e geofisiche.

Lo studio è consistito nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento e nella redazione di un'apposita cartografia a scala 1:10.000 rappresentata dalla Carta della pericolosità sismica locale, derivata dalle precedenti carte di base, in cui è stata riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (vedi Tabella 6) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

La valutazione dell'amplificazione sismica locale del territorio comunale, classificato in zona sismica 4, è stata fatta in riferimento alla metodologia riportata nell'allegato 5 della citata d.g.r. 22 dicembre 2005.



<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 6: schema di definizione degli scenari di amplificazione sismica locale.

### 3.5.2.2 Secondo livello

Relativamente al “2° Livello” necessario per l’area su cui è prevista la futura costruzione della scuola in Loc. Casarola, per definire gli effetti di amplificazione locale di tipo litologici del sito in esame e valutare il grado di protezione del sito, si è individuato il modello sismostratigrafico basandosi sulle indagini eseguite a supporto del Piano di Lottizzazione Casarola. L’indagine aveva previsto oltre a rilievi di campagna anche degli stendimenti di geofisica con il metodo della sismica a rifrazione; in particolare si è fatto riferimento agli stendimenti della linea 5 e 6. Dalle indagini è risultato che nella zona sono presenti dei terreni composti da limi ghiaiosi sabbiosi addensati nei primi 3 metri con  $V_s$  che aumentano da 200 a 500/600 m/s dal piano campagna, mentre scendendo in profondità si intercettano materiali con maggior componente ghiaiosa con blocchi fino a quote di oltre 10 m con  $V_s$  che aumentano da valori di 800 m/s già a 5 m fino a valori di 1100 m/s a oltre 10 m di profondità.

Sulla base dei dati a disposizione e considerando che le fondazioni della struttura saranno posizionate ad almeno 1 m dal p.c. risulta che i suoli sono classificabili in classe A e pertanto non si prevedono amplificazioni litologiche significative e non risulta necessario procedere con analisi di 3° livello.

Si specifica che l’affidabilità dei dati utilizzati per l’analisi è elevato.

### 3.5.2.3 Terzo livello

Il terzo livello in fase progettuale dovrà essere applicato ai seguenti scenari:

- qualitativi suscettibili di instabilità (Z1b e Z1c);
- zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z5).



Il livello 3° dovrà essere applicato anche nel caso in cui si stia 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. 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.

In alternativa alle analisi di terzo livello il progettista potrà utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore (utilizzeranno i valori previsti per la zona 3)



## **Parte III**

# **FASE DI SINTESI E VALUTAZIONE**



#### **4.1 Carta di Sintesi (Tavola G6)**

La carta riassume in se, in modo molto dettagliato, tutti gli elementi individuati per l'intero territorio e rappresenta la sintesi delle conoscenze acquisite dagli studi precedenti, dai dati bibliografici e dai rilievi personali ed ha lo scopo di fornire un quadro chiaro dello stato del territorio.

Nella Carta di Sintesi sono riportate le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera.

Tale carta è quindi costituita da una serie di poligoni ognuno, dei quali definisce una porzione di territorio caratterizzata da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale o da vulnerabilità idrogeologica.

La sovrapposizione di più ambiti determina poligoni misti per pericolosità determinata da più fattori limitanti, seppur ognuno dei singoli fenomeni è puntualmente definito e delimitato in modo univoco.

Tale elaborato cartografico fornisce una visione d'insieme delle problematiche presenti nel territorio in oggetto e consente di evidenziare in un unico elaborato i rischi presenti.

A tal fine, sono stati individuati quattro ordini principali di problematiche, di seguito descritte brevemente:

- aree vulnerabili dal punto di vista dell'instabilità dei versanti;
- aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;
- aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche.

##### **4.1.1 Aree vulnerabili dal punto di vista dell'instabilità dei versanti**

Le seguenti voci comprendono sia aree interessate da fenomeni di instabilità dei versanti già avvenuti, delimitabili in base a evidenze di terreno e/o in base a dati storici, sia aree che potenzialmente potrebbero essere interessate dai fenomeni. Nella tavola sono stati riportati i seguenti elementi legati alla pericolosità "geologica" del territorio comunale.

##### **Aree soggette a crollo di massi (distacco e accumulo)**

Sono state delimitate le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli, sia quelle con stato di attività attivo sia quelle quiescenti. Di norma tale fenomeni ricade in zone boscate lontane dalle attività antropiche; lungo la strada che porta a Sogno si individua una ampia zona in cui sovente sulla strada provinciale cadono massi da centimetrici a decimetrici che potrebbero colpire i veicoli o le persone in transito.

Per il settore di San Gottardo è stata riportata la perimetrazione delle aree di scendimento come risultato dallo studio di dettaglio redatto nell'ambito dei progetti di consolidamento dei versanti.

##### **Aree di frana attiva (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)**

Sono state individuate le aree dove sono presenti o è possibile la formazione di fenomeni di frana da scivolamento, colate, sia detritiche che di fango (anche come possibile evoluzione del fenomeno di scivolamento di terreni a prevalente composizione fine saturi in acqua). Per il territorio di Torre dé Busi non sono stati rilevati fenomeni di espansione laterale.



I fenomeni di dissesto prevalenti sono quelli da scivolamento che interessano i depositi superficiali aventi spessori da metrici a decametrici, sovrapposti al substrato roccioso. In questi materiali l'infiltrazione delle acque sia dal piano campagna ma in particolare dal substrato roccioso sottostante provoca la saturazione, anche parziale, dei terreni che raggiungono resistenze al taglio quasi nulle con pressioni interstiziali (neutre) significative, provocando l'innescò della rottura dei terreni che evolve rapidamente in una frana di dimensioni variabili. Laddove la pendenza è elevata il materiale il fenomeno evolve in colata di fango.

Il settore maggiormente interessato da tali fenomeni è quello del fondovalle principale dove si intercettano le maggiori coltri di deposito (sia glaciale che di versante).

#### **Aree di frana quiescente (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)**

Interessa le medesime tipologie di fenomeni sopra indicati ma in questa categoria sono stati perimetrati i soli fenomeni quiescenti a differenza dei precedenti in cui sono stati individuati quelli attivi (maggiormente pericolosi).

#### **Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso)**

Sono state individuate le aree in cui considerando la geologia locale e i dati pregressi (soprattutto i fenomeni puntuali) è stata individuata la possibilità che si formino fenomeni di ridotte dimensioni (di norma poche decine di metri cubi al massimo) di frane da scivolamento con possibili evoluzioni in colate di fango.

I rischi in queste zone risultano minori rispetto alle zone interessate da fenomeni di caduta massi o scivolamenti di maggiori dimensioni ma di contro la frequenza di innesco del fenomeno è maggiore.

#### **Aree a pericolosità potenziale per grandi frane complesse (comprehensive di aree di distacco e di accumulo)**

Sono state individuate quelle zone in cui in passato si sono verificati dissesti di sensibili dimensioni coinvolgenti più tipologie di fenomeni.

Sostanzialmente le zone interessate sono due, il settore a valle di Valcava dove nel 1966 dalle pareti di roccia si sono distaccati enormi volumi di roccia che sono franati nella valle del Bratta creando una colata di detrito che ha raggiunto le zone del centro abitato sottostante senza coinvolgere l'abitato in quanto la valle risulta molto incassata.

A seguito dell'evento non si sono più registrati significativi fenomeni di distacco.

Il secondo fenomeno si colloca nella zona di fondovalle presso la Loc. San Michele. Il versante a valle della strada provinciale che interessa dei depositi con spessori rilevanti nel 2002 è stato interessato da un fenomeno di scivolamento su grande scala che si è sviluppato su più superfici di scivolamento; nella zona di piede, dove scorre il torrente Bratta-Ovrena, si sono distaccate alcune colate detritiche secondarie che si sono arrestate nell'alveo torrentizio. Il fenomeno ha interessato la strada ed i muri di sostegno della zona le cui grandi fratture sono ancora oggi visibili nei muri.



### **Aree estrattive attive o dismesse non ancora recuperate, comprendendo una fascia di rispetto da valutare in base alle condizioni di stabilità dell'area**

E' stata individuata la zona boscata a monte delle frane della Loc. San Gottardo in cui in passato sono state eseguite delle esigue attività di estrazione di materiale lapideo per la costruzione delle piode. Attualmente il rischio è costituito dal materiale di scarto della lavorazione/estrazione composto da frammenti lapidei appiattiti del diametro di max 10 cm sparsi lungo il versante. Tali materiali erano stati in passato posizionati lungo il versante a formare dei muretti a secco che, per collasso, si sono riversati lungo il versante caratterizzato da pendenze medio elevate e possono essere presi in carico dalle acque torrentizie formando colate detritiche; le colate si arrestano dopo poche decine di metri nelle zone di valle a minor pendenza. Il fenomeno non interagisce con le normali attività antropiche.

#### **4.1.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**

##### **Aree allagate in occasioni eccezionali o potenzialmente allagabili**

E' stata segnalata la zona posta in destra idrografica del T. Sonna che potrebbe essere interessata dalle acque in caso di piene eccezionali (fenomeni di piana indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua); tale fenomeno non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche.

##### **Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito**

Sono state identificate le aree di conoide, definita su base morfologica, nelle quali si possono verificare fenomeni di trasporto in massa di materiali rocciosi conseguenti a forti precipitazioni meteoriche in grado di comportare portate d'acqua rilevanti lungo il corso d'acqua.

##### **Fasce di rispetto dei corsi d'acqua**

Sono state riportate le fasce di rispetto di 10 m dai corsi d'acqua come risulta dallo "Studio del Reticolo Minore" comunale. In queste zone fuori dalle aree di deflusso delle acque non si individuano rischi rilevanti di tipo idraulico ma devono essere salvaguardate le norme di polizia idraulica.

#### **4.1.3 Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche**

Nella zona di fondovalle presso la Loc. San Gottardo sono presenti dei depositi eterogenei prevalentemente di natura fine; i terreni presentano scadenti caratteristiche geotecniche e si possono intercettare falde sospese. Le condizioni geotecniche unitamente alla presenza di acque sotterranee, anche a carattere temporaneo, conferisce ai terreni limitata resistenza con possibili rischi di franamento degli scavi e forti filtrazioni d'acqua (defluenti dalle aree di monte).

#### **4.1.4 Perimetrazione area 267**

E' stata riportata l'area a rischio molto elevato definita dal PAI. L'area è suddivisa in due zone a diverso grado di rischio, nella zona di monte, zona 1, il rischio è molto elevato per la presenza del fenomeno di caduta massi anche di grosse dimensioni, anche 2 m<sup>3</sup>, mentre nel settore prossimo al centro abitato, zona 2, il rischio è minore



ed è costituito dalla presenza dei depositi superficiali in cui si possono sviluppare fenomeni di scivolamento.

A seguito della realizzazione delle opere di consolidamento del versante è in fase di definizione la ripermetrazione di tale area in funzione del rischio residuo a seguito della realizzazione delle opere.



## **4.2 Carta dei Vincoli (Tavola G7)**

Una parte molto importante del lavoro è la verifica dei vincoli di natura geo-ambientale esistenti sul territorio per inserirli e raccordarli con le prescrizioni sulle problematiche geologiche.

In questo modo verifiche diverse sugli stessi problemi, da parte di diversi Enti, si contengono e si può operare in accordo: questa scelta permette di individuare le presenze territoriali vulnerabili per le quali si devono adottare specifiche cautele di protezione, facilitando ed accelerando la fase di progettazione e di istruttoria delle pratiche.

Il sistema vincolistico insistente sul territorio comunale é stato analizzato prendendo in considerazione i soli vincoli territoriali di tipo geo- ambientale, inerenti, più o meno direttamente, le tematiche affrontate nel corso dello studio.

Le informazioni riportate in carta sono state suddivise in:

- Vincoli idrogeologici/idraulici;
- Area a vincolo L. 267/98;
- Aree in dissesto –aggiornamento PAI.

### **4.2.1 Vincoli idrogeologici/idraulici**

#### **Fasce di rispetto dei corsi d'acqua (D.G.R. n. 7/7868 del 25/01/2002)**

Sono state riportate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua come individuato e normato dallo studio "Determinazione reticolo idrografico minore" del comune di Torre de Busi al quale si deve far riferimento nella definizione delle attività vietate ed ammesse.

Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua corrispondono alle aree comprese entro una fascia distante 10 m dai corsi d'acqua individuati lungo i fondovalle principali. Qualsiasi attività svolta all'interno di tale fascia dovrà essere fatta specifica richiesta al comune.

#### **Fasce di rispetto dei pozzi ad utilizzo idropotabile (D.Lgs. 152/06 art. 94 - D.G.R. n. 12693 del 10.04.'03)**

Per quanto riguarda le fasce di rispetto delle sorgenti captate per scopi idropotabili, sono state riportate in carta le aree circolari attorno al punto di captazione, aventi raggio di 200 m (criterio geometrico) escludendo le aree della quota di captazione, come indicato nelle concessioni all'utilizzo.

Le aree di protezione delle sorgenti si distinguono due aree di salvaguardia dei punti di captazione idrica ad utilizzo idropotabile: l'area di tutela assoluta, posta nelle immediate vicinanze del punto di captazione e l'area di rispetto, comprendente una superficie più ampia comprendente l'area di alimentazione dell'acquifero captato.

Si definisce area di tutela assoluta l'area adibita alle sole opere di presa e ad eventuali impianti di trattamento delle acque emunte: deve avere una superficie circolare minima di 10 m di raggio circondante il punto di captazione idrica; all'interno della stessa è vietata qualsiasi attività che non sia inerente all'utilizzo, manutenzione e tutela della captazione; essa deve essere recintata e completamente impermeabilizzata con l'allontanamento delle acque meteoriche.



Attorno all'opera di captazione dovrebbe essere contenuta in una cabina apposita, accessibile al solo personale addetto e priva di ristagni sul fondo e infiltrazioni dalle pareti.

All'interno dell'area di rispetto si applicano le norme previste all'art. 94 del D.Lgs. 152/06 e la D.G.R. della Regione Lombardia n. 12693 del 10.04.'03.

#### **4.2.2 Area a vincolo 267/98**

##### **Zona 1 - Area a rischio più elevato**

Si applicano le Norme dell'art. 50 delle Norme di attuazione del PAI inerenti alla Zona 1. Per le norme specifiche si vedano anche le prescrizioni previste per la sottoclasse 4b delle "Classi di fattibilità geologica delle azioni di Piano" (relazione G10).

##### **Zona 2 - Area a rischio meno elevato**

Si applicano le Norme dell'art. 50 delle Norme di attuazione del PAI inerenti alla Zona 1. Per le norme specifiche si vedano anche le prescrizioni previste per la sottoclasse 3d delle "Classi di fattibilità geologica delle azioni di Piano" (relazione G10).

#### **4.2.3 Aree di dissesto – aggiornamento PAI**

Si riportano le aree in dissesto proposte per l'aggiornamento del quadro del dissesto per la Pianificazione di Bacino.

##### **Area di frana attiva (Fa)**

Si identificano tutte le aree di frana attiva, oltre alle indicazioni specificate per la classe 4 si applicano le norme di cui all'art. 9 comma 2 delle NTA del PAI.

Per le norme specifiche si vedano anche le prescrizioni previste per la sottoclasse 4a delle "Classi di fattibilità geologica delle azioni di Piano" (relazione G10).

##### **Aree di frana quiescente (Fq)**

Si identificano tutte le aree di frana quiescente, oltre alle indicazioni specificate per la classe 3 si applicano le norme di cui all'art. 9 comma 3 delle NTA del PAI.

Per le norme specifiche si vedano anche le prescrizioni previste per la sottoclasse 3a delle "Classi di fattibilità geologica delle azioni di Piano" (relazione G10).

##### **Area a pericolosità media o moderata per esondazione dei corsi d'acqua (Em)**

Sono aree prossime all'asta fluviale del Torrente Sonna, potenzialmente allagabili per piene eccezionali con tempi di ritorno massimi di 200 anni.

Per le norme specifiche si vedano anche le prescrizioni previste per la sottoclasse 3b delle "Classi di fattibilità geologica delle azioni di Piano" (relazione G10).

##### **Area di conoide attiva non recentemente attivatasi o completamente protetta (Cn)**

In questa sottoclasse rientrano tutte le aree ricadenti all'interno di conoidi che non hanno presentato in tempi recenti fenomeni di dissesto rilevanti.

Per le norme specifiche si vedano anche le prescrizioni previste per la sottoclasse 3c delle "Classi di fattibilità geologica delle azioni di Piano" (relazione G10).



### **4.3 Carta uniformata PAI (Tavola G8)**

I rilevamenti di terreno e la consultazione di studi in bibliografia hanno permesso l'individuazione di numerose aree in dissesto esistenti nel territorio di Torre dé Busi.

Il S.I.T. regionale e l'Elaborato 2 del P.A.I non individuano ambiti di frana.

La Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I., redatta in scala 1:10.000 su base C.T.R., è finalizzata ad aggiornare l'Elaborato 2 del P.A.I.; i dissesti contenuti in tale tavola provengono:

- dall'Inventario dei Fenomeni Franosi della Regione Lombardia.
- da quanto già esistente nell'Elaborato 2 del P.A.I.
- da quanto derivato del presente studio, in particolare la carta di sintesi.

La legenda utilizzata segue strettamente gli standard grafici P.A.I.

Come specificato in premessa, con il presente studio geologico, il Comune di Torre Dé Busi (compreso nell'elenco di cui all'Allegato 13 della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374), si adegua (una volta recepito lo studio stesso negli strumenti urbanistici comunali con le modalità previste dalla L.R. 12/05) ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del P.A.I. ed intende proporre aggiornamenti al quadro dissesti di cui all'Elaborato 2 del P.A.I.

Nella cartografia di proposta di aggiornamento dello stato del dissesto idrogeologico sono stati inseriti:

- Area di frana attiva (Fa)
- Area di frana quiescente (Fq)
- Area a pericolosità media o modesta (Em)
- Area di conoide attiva non recentemente attivatasi o completamente protetta (Cn)
- Area sottoposta a vincolo secondo la L. 267/98

#### **Area di frana attiva (Fa)**

Sono state inserite tutti quei dissesti classificati come crolli, frane da scivolamento, franosità diffusa, colate detritiche, frane complesse con stato di attività classificato "attivo".

I dissesti più rilevanti soprattutto per le loro dimensioni sono:

- caduta massi presso la Loc. San Gottardo all'interno dell'area 267 dove sono stati eseguiti gli interventi di consolidamento dei versanti e dove pertanto fino al perdurare dell'efficienza delle opere eseguite l'area abitata non sarà interessata dai dissesti idrogeologici;
- l'area in frana complessa nella zona della Loc. San Michele dove sono stati eseguiti interventi di pronto intervento a seguito dei dissesti del 2002, sono in previsione delle opere di consolidamento contro l'erosione delle acque del torrente con realizzazione di inclinometri in foro per il monitoraggio, e negli anni novanta sono state realizzate opere di consolidamento della strada provinciale. In questo settore negli ultimi anni non sono stati registrati movimenti ma la zona risulta ancora potenzialmente soggetta a fenomeni di dissesto anche di importanti dimensioni. In questa zona rientrano gli edifici storici (chiesa e oratorio) comunque in disuso e la strada provinciale ed un edificio residenziale;



- versante posto a monte della strada provinciale che sale a Colle di Sogno dove sono stati realizzati alcuni interventi a protezione della strada contro la caduta di massi che spesso interessa la sede stradale. Il rischio di interessamento della strada provinciale da massi (di norma di piccole dimensioni) in caduta permane;
- settore a valle dell'abitato di Valcava esterno al centro abitato e alle zone normalmente soggette alle attività antropiche, dove negli anni sessanta era avvenuto un dissesto complesso legato allo stacco di ingenti quantità di materiale roccioso del substrato roccioso.

### **Area di frana quiescente (Fq)**

Sono state inserite tutti quei dissesti classificati come crolli, frane da scivolamento, franosità diffusa, colate detritiche, frane complesse con stato di attività classificato "quiescente".

I dissesti più rilevanti sono:

- il settore di fondovalle tra le Loc. Favirano e settore ad Est di Roncaglia dove si individuano dei depositi con spessori anche superiori a 10 m, posti sopra il substrato roccioso, e con morfologie aventi pendenze anche medio alte. L'infiltrazione delle acque può innescare fenomeni di frane da scivolamento talvolta evoluti in colate di fango e detrito, con dimensioni e volumi molto variabili;
- la zona di Valcava interessata da fenomeni da scivolamento, a carattere superficiale, del materiale detritico o dello strato di roccia fratturato. Questi movimenti negli ultimi decenni non hanno comportato problematiche rilevanti anche se il pericolo di innesco di fenomeni soprattutto a seguito di modificazioni del territorio permane.

### **Area a pericolosità media o modesta (Em)**

Interessa una zona estremamente limitata accanto al T. Sonna in prossimità del confine comunale con Caprino Bergamasco. Si tratta di una zona che potrebbe essere interessata dall'erosione delle acque del fiume durante eventi meteorici eccezionali.

### **Area di conoide attiva non recentemente attivatasi o completamente protetta (Cn)**

Sono fenomeni poco sviluppati nel territorio comunale; interessa prevalentemente l'area di fondovalle di un impluvio in sponda destra del T. Sonna in prossimità del cimitero posto sul fondovalle.

Non si sono mai verificate problematiche rilevanti legate a trasporto in massa o interazioni con la strada provinciale.

### **Area a vincolo 267/98**

Si individua l'area a rischio molto elevato di cui all'allegato 4.1 dell'Elaborato n. 2 (PAI) identificata con il codice area "182-LO-LC" adottata dall'Autorità di Bacino del



Fiume Po con delibera del 19 luglio 2007 n. 7/2007 e approvata con DPCM mediante pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale n. 73 del 28.03.2009.

L'area interessa tutto il versante meridionale della Corna Martinella dalle frazioni di Roncaglia fino a Favirano.

L'area è suddivisa in due settori a differente rischio ed in particolare:

- i settori più di monte presentano un rischio più elevato (zona 1) per la presenza di fenomeni di caduta massi dalle pareti poste verso il settore di cresta della Corna Martinella, di frane per scivolamento nelle zone di testa del deposito di fondovalle, e per inclinazioni medio elevate od elevate del versante;
- nei settori di valle il rischio è meno elevato (Zona 2) e permangono fenomeni potenziali di frane per scivolamento dei depositi superficiali soprattutto in occasione di piogge intense e prolungate.

Gennaio 2010



## Bibliografia

- La Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 fogli n. 32 "Como", anno 1937, e n. 33 "Bergamo" dell'anno 1954.
- AA VV (1990) – Carta Geologica della Lombardia. Scala 1:250000. Servizio Geologico Nazionale.
- Guide geologiche regionali. Alpie Prealpi Lombarde. Società geologica Italiana, BE-MA editrice, anno 1990
- Carta geologica della provincia di Bergamo. Scala 1:50.000, edita dalla Provincia di Bergamo nel 2000.
- Agostani S., Cantone G., Laffi R., Ratti R., Schiunnach D. – Centri abitati instabili della Provincia di Lecco. Pubblicazione CNR – GNDCI n. 2066.
- Autorità di Bacino del Fiume Po (2001) –Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Relazione e relativi allegati. Parma.
- Servizio Sistema Informativo Regionale, Direzione Generale della Presidenza. Regione Lombardia.
- Ceriani M., Lauzi S. & Padovan N. (1994) – Rainfalls and debris flows in the Alpine area of Lombardia region, Central Alps-Italy. Mem. Soc. Geol. It., 48, 917-921.
- Bersezio R., Jadoul F., Chinaglia N. – Geological map of the Norian-Jurassic succession of the southern alps north of Bergamo. An explanatory note. Boll. Soc. Geol. It. v. 116 fasc. 2 pp. 363-378, Roma 1997.
- Studio idrogeologico del territorio della Comunità Montana - indicazioni per le attività di riassetto idrogeologico e reti di monitoraggio. Settembre 2001
- Comunità Montana Valle San Martino (2001) – Piano di Emergenza intercomunale della Comunità Montana Valle San Martino.
- Le sorgenti del territorio della Comunità Montana Valle San Martino. Risultati dei censimenti, rilevazioni, misurazioni, analisi di laboratorio. Progetto esecutivo L. R. 10/98 - anno 2002 / 2003. Anno 2004/2005
- Progetto interventi di consolidamento versanti in Frazione San Gottardo - 1° Lotto O.P.C.M. n. 3258/02 O.P.C.M. n. 3277/03, Aprile 2004.
- Progetto interventi consolidamento versanti e ripristino opere paramassi in loc. San Gottardo - 2° lotto O.P.C.M. n. 3258/02 e O.P.C.M. n. 3338/04, Aprile 2006.
- Proposta di ripermetrazione area sottoposta a vincolo ai sensi della l. 267/98 a seguito degli interventi di consolidamento versanti in Frazione San Gottardo - 1°/2° Lotto O.P.C.M. n. 3258/02 O.P.C.M. n. 3277/03 e O.P.C.M. n. 3338/04.
- Progetto interventi consolidamento versanti e ripristino opere paramassi in loc. San Gottardo - 2° lotto o.p.c.m. n. 3258/02 o.p.c.m. n. 3464/05, Aprile 2008.
- Studio della geologia e delle criticità idrogeologiche del Comune di Torre de' Busi. Dicembre 2003
- Interventi di conservazione ambientale l.r.10/98 anni 03/04 opere di protezione idrogeologica in comune di Torre de' Busi. Località Favirano e Cornello.
- Studio del Reticolo idrico Minore comunale di Torre de' Busi, anno 2003.

**ALLEGATO N. 1**

**SCHEDE PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE E DEI CROLLI**

# SCHEDA N. 1

## 1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	1	Data di compilazione	15/12/2005
Rilevatore	Geol. Rota Matteo	Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate Gauss-Boaga da CTR)	Latitudine	5069440	
(punto più elevato coronamento frana)	Longitudine	1536520	
Nome o località frana	Roncaglia	Comune	Torre dé Busi
Comunità Montana	Valle San Martino	Provincia	Lecco
Bacino	Adda	Sottobacino	Sonna
Sigla CTR	B5e1	Nome CTR	Cisano B.sco
Località minacciate direttamente	Roncaglia	Comune	Torre dé Busi
Località minacciate indirettamente	N.N.	Comune	
Data primo movimento	26/11/2002	Data ultima riattivazione	26/11/2002

## 2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	478
Larghezza media (m)	30
Larghezza massima (m)	100
Altezza max. scarpata principale (m)	13
Area (m <sup>2</sup> )	1500
Volume (m <sup>3</sup> )	7500

ALTRI DATI	
Area Totale (m <sup>2</sup> )	4500
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	35
Giacitura media del versante (imm/incl)	223/30
Forma del versante	3
Presenza di svincoli laterali	E

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	453
Quota testata (m s.l.m.)	463
Larghezza media (m)	60
Larghezza massima (m)	80
Lunghezza media (m)	26
Lunghezza massima (m)	50
Spessore medio (m)	7
Spessore massimo (m)	11
Area (m <sup>2</sup> )	3000
Volume (m <sup>3</sup> )	18000
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	

## 3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità					
	litologia principale					
	altre litologie					
	alterazione					
	struttura della roccia					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	grado di cementazione					
Terreno	unità					
	facies	Di versante				
	classe granulometrica principale (A.G.I.)	Ghiaia con limo e argilla sabbiosa				Ghiaia con limo e argilla sabbiosa
	alterazione	Molto alterato				Molto alterato
	grado di cementazione	assente				assente

#### 4 - TIPO DI MOVIMENTO

1 2

Crollo	in massa		
	di singoli blocchi	puntuale	
		diffuso	
Ribaltamento			
Scivolamento	rotazionale	X	
	traslativo		X
superficie di movimento			
	planare		
	multiplanare		
	circolare	X	
	curvilinea		X
	non determinabile		
Espansione laterale			
Colata			
Subsidenza			

#### 5 - PRESENZA DI ACQUA

	NICCHIA	ACCUMULO	
Precipitazioni pre-sopralluogo	Si	Si	
Assenza di venute d'acqua			
Umidità diffusa			
Acque stagnanti		X	
Stillicidio	X		
Rete di drenaggio sviluppata			
Ruscellamento diffuso	X		
Presenza di falda			
Profondità falda (m)			
Sorgenti	Portata (l/s)	1	1
		2	2
		3	3
		4	4
Comparsa di nuove sorgenti			
Scomparsa di sorgenti			

#### 6 - STATO DI ATTIVITÀ

ATTIVA	Sintomi di attività		
	rigonfiamenti		
	cedimenti di blocchi		
	superfici di movimento non alterate		
	vegetazione assente o abbattuta		
	variazioni portata acque		
	lesioni a manufatti		
	fratture aperte		
	colate di detrito e/o terra al piede		
RIATTIVATA	per:	Parzialmente	Totalmente
	arretramento	Nicchia	Accumulo
	estensione laterale		
	avanzamento		
INATTIVA QUIESCENTE			
INATTIVA STABILIZZATA	X		

#### 7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento		
Estensione laterale		
Avanzamento		
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione	X	X

#### 8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati	Potenziati	Accertati	Potenziati
Centro abitato		Acquedotti	
Baite o case sparse	X	Fognature	
Edifici pubblici		Oleodotti	
Insedimenti produttivi		Argini o opere di regimazione	
Ferrovie		Sbarramento parziale corsi d'acqua	
Autostrade, S.S., S.P.		Sbarramento totale corsi d'acqua	
Strade comunali o consortili		Terreni agricoli	
Linee elettriche		Boschi	X
Condotte forzate		Allevamenti	
Gallerie idroelettriche		Reti paramassi	
Dighe		.....	
<b>Morti e dispersi</b>	<b>Feriti</b>	<b>Evacuati</b>	<b>35</b>

## 9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

E P			E P			E P		
<b>SISTEMAZIONI FORESTALI</b>			<b>INTERVENTI PASSIVI</b>			<b>DRENAGGIO</b>		
Viminate/fascinate	X		Valli paramassi			Canalette di drenaggio	X	
Gradonature	X		Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni	X	
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento	X		Reti paramassi	X		.....		
.....								
<b>SISTEMAZIONI IDRAULICHE</b>			<b>INTERVENTI ATTIVI IN PARETE</b>			<b>ALTRO</b>		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo	X		Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate	X	
			Reti			Micropali		
			.....			Demolizione blocchi		
						.....		

## 10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

E P			E P		
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri			.....		

## 11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici	X	Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	X
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche	X	Relazione geologica	X
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	X
Analisi geotecniche di laboratorio	X	Relazione di sopralluogo tecnico	X
Prove penetrometriche	X	Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	X
Prove pressiometriche			

## 12 - NOTE

I dati geometrici individuabili in superficie sono stati quantificati mediante un rilievo topografico di dettaglio esteso a tutta la zona del dissesto, mentre la geometria e la profondità della superficie di scivolamento sono state ricavate da *back - analysis* eseguite con modelli all'equilibrio limite.

I dati riportati nella sezione n. 5 fanno riferimento a quanto rilevato nei giorni seguenti al dissesto del 2002.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Progetto di consolidamento versanti in Frazione di San Gottardo - 1° Lotto O.P.C.M. n. 3258/02 e O.P.C.M. n. 3277/03. Elaborato n. 2 - Relazione geologica e sulle indagini; Elaborato n. 3 - Relazione Tecnica.

# ALLEGATI

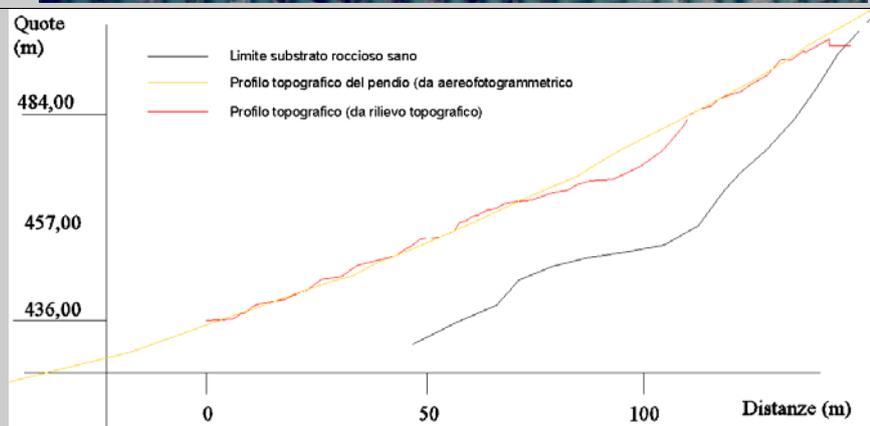
Cartografia (CTR 1:10 000)



Foto



Sezioni



Altro

# SCHEDA N. 2

## 1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	2	Data di compilazione	15/12/2005
Rilevatore	Geol. Rota Matteo	Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate Gauss-Boaga da CTR)	Latitudine	5069510	
(punto più elevato coronamento frana)	Longitudine	1536380	
Nome o località frana	Roncaglia	Comune	Torre dé Busi
Comunità Montana	Valle San Martino	Provincia	Lecco
Bacino	Adda	Sottobacino	Sonna
Sigla CTR	B5e1	Nome CTR	Cisano B.sco
Località minacciate direttamente)	Roncaglia	Comune	Torre dé Busi
Località minacciate indirettamente	N.N.	Comune	
Data primo movimento	26/11/2002	Data ultima riattivazione	26/11/2002

## 2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	484
Larghezza media (m)	15
Larghezza massima (m)	28
Altezza max. scarpata principale (m)	20
Area (m <sup>2</sup> )	500
Volume (m <sup>3</sup> )	2000

ALTRI DATI	
Area Totale (m <sup>2</sup> )	3500
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	45
Giacitura media del versante (imm/incl)	204/27
Forma del versante	6
Presenza di svincoli laterali	s

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	426
Quota testata (m s.l.m.)	459
Larghezza media (m)	35
Larghezza massima (m)	50
Lunghezza media (m)	40
Lunghezza massima (m)	50
Spessore medio (m)	4
Spessore massimo (m)	6
Area (m <sup>2</sup> )	3000
Volume (m <sup>3</sup> )	15000
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	4500

## 3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità					
	litologia principale					
	altre litologie					
	alterazione					
	struttura della roccia					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	grado di cementazione					
Terreno	unità					
	facies	Di versante				
	classe granulometrica principale (A.G.I.)	Ghiaia con limo e argilla sabbiosa				Ghiaia con limo e argilla sabbiosa
	alterazione	Molto alterato				Molto alterato
	grado di cementazione	assente				assente

#### 4 - TIPO DI MOVIMENTO

1 2

Crollo	in massa		
	di singoli blocchi	puntuale	
		diffuso	
Ribaltamento			
Scivolamento	rotazionale	X	
	traslativo		
superficie di movimento			
	planare		
	multiplanare		
	circolare	X	
	curvilinea		X
	non determinabile		
Espansione laterale			
Colata			X
Subsidenza			

#### 5 - PRESENZA DI ACQUA

	NICCHIA	ACCUMULO	
Precipitazioni pre-sopralluogo	Si	Si	
Assenza di venute d'acqua			
Umidità diffusa			
Acque stagnanti		X	
Stillicidio	X		
Rete di drenaggio sviluppata			
Ruscigliamento diffuso	X		
Presenza di falda			
Profondità falda (m)			
Sorgenti	Portata (l/s)	1	1
		2	2
		3	3
		4	4
Comparsa di nuove sorgenti			
Scomparsa di sorgenti			

#### 6 - STATO DI ATTIVITÀ

ATTIVA		Sintomi di attività				
		rigonfiamenti cedimenti di blocchi superfici di movimento non alterate vegetazione assente o abbattuta variazioni portata acque lesioni a manufatti fratture aperte colate di detrito e/o terra al piede				
RIATTIVATA		per: arretramento estensione laterale avanzamento	Parzialmente	Totalmente		
			Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
INATTIVA QUIESCENTE						
INATTIVA STABILIZZATA		X				

#### 7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento		
Estensione laterale		
Avanzamento		
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione	X	X

#### 8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati	Potenziali	Accertati	Potenziali
	X	X	
X		X	
			X
		X	

Morti e dispersi		Feriti		Evacuati	35
------------------	--	--------	--	----------	----

## 9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

E P			E P			E P		
<b>SISTEMAZIONI FORESTALI</b>			<b>INTERVENTI PASSIVI</b>			<b>DRENAGGIO</b>		
Vimate/fascinate	X		Valli paramassi			Canalette di drenaggio	X	
Gradonature	X		Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni	X	
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento	X		Reti paramassi	X		.....		
.....								
<b>SISTEMAZIONI IDRAULICHE</b>			<b>INTERVENTI ATTIVI IN PARETE</b>			<b>ALTRO</b>		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo	X		Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate	X	
			Reti			Micropali		
			.....			Demolizione blocchi		
						.....		

## 10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

E P			E P		
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri			.....		

## 11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici	X	Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	X
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche	X	Relazione geologica	X
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	X
Analisi geotecniche di laboratorio	X	Relazione di sopralluogo tecnico	X
Prove penetrometriche	X	Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	X
Prove pressimetriche			

## 12 - NOTE

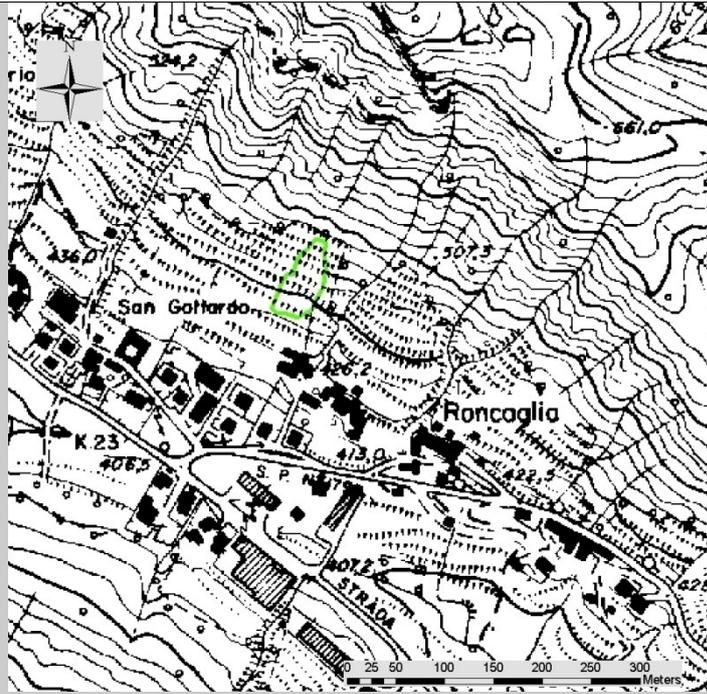
I dati geometrici individuabili in superficie sono stati quantificati mediante un rilievo topografico di dettaglio esteso a tutta la zona del dissesto, mentre la geometria e la profondità della superficie di scivolamento sono state ricavate da *back - analysis* eseguite con modelli all'equilibrio limite. I dati riportati nella sezione n. 5 fanno riferimento a quanto rilevato nei giorni seguenti al dissesto del 2002

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Progetto di consolidamento versanti in Frazione di San Gottardo - 1° Lotto O.P.C.M. n. 3258/02 e O.P.C.M. n. 3277/03. Elaborato n. 2 - Relazione geologica e sulle indagini; Elaborato n. 3 - Relazione Tecnica.

# ALLEGATI

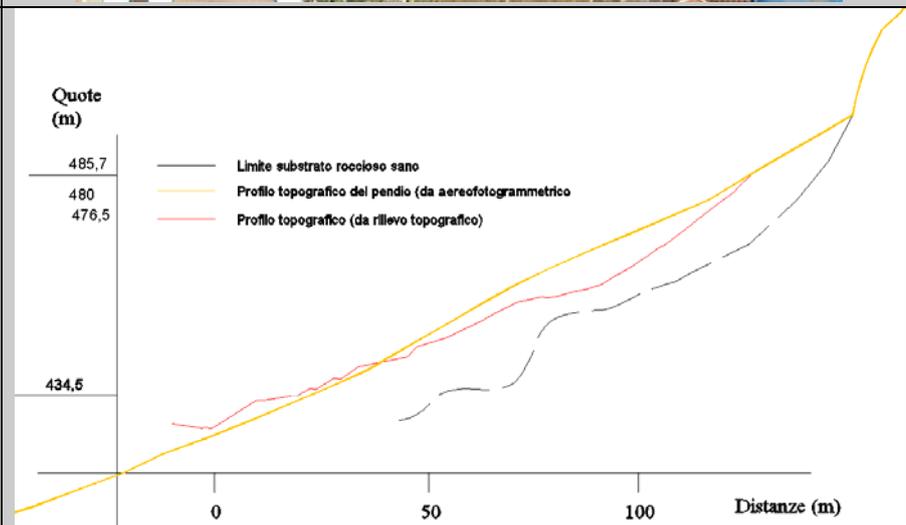
Cartografia (CTR 1:10 000)



Foto



Sezioni



Altro

# SCHEDA N. 3

## 1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	3	Data di compilazione	16/12/2005
Rilevatore	Geol. Rota Matteo	Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate Gauss-Boaga da CTR)	Latitudine	5069665	
(punto più elevato coronamento frana)	Longitudine	1536274	
Nome o località frana	San Gottardo	Comune	Torre dé Busi
Comunità Montana	Valle San Martino	Provincia	Lecco
Bacino	Adda	Sottobacino	Carpine
Sigla CTR	B5e1	Nome CTR	Cisano B.sco
Località minacciate direttamente		Comune	Torre dé Busi
Località minacciate indirettamente	N.N.	Comune	
Data primo movimento	26/11/2002	Data ultima riattivazione	26/11/2002

## 2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	529
Larghezza media (m)	30
Larghezza massima (m)	44
Altezza max. scarpata principale (m)	1,2
Area (m <sup>2</sup> )	200
Volume (m <sup>3</sup> )	180

ALTRI DATI	
Area Totale (m <sup>2</sup> )	2600
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	1
Giacitura media del versante (imm/incl)	192/30
Forma del versante	1
Presenza di svincoli laterali	s

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	494
Quota testata (m s.l.m.)	528
Larghezza media (m)	38
Larghezza massima (m)	53
Lunghezza media (m)	60
Lunghezza massima (m)	60
Spessore medio (m)	5
Spessore massimo (m)	8
Area (m <sup>2</sup> )	2400
Volume (m <sup>3</sup> )	10000
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	

## 3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità					
	litologia principale					
	altre litologie					
	alterazione					
	struttura della roccia					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	grado di cementazione					
Terreno	unità					
	facies	Di versante				
	classe granulometrica principale (A.G.I.)	Ghiaia con limo e argilla sabbiosa contenete blocchi sparsi				Ghiaia con limo e argilla sabbiosa
	alterazione	Molto alterato				Molto alterato
	grado di cementazione (	assente				assente



## 9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

E P			E P			E P		
<b>SISTEMAZIONI FORESTALI</b>			<b>INTERVENTI PASSIVI</b>			<b>DRENAGGIO</b>		
Viminate/fascinate			Valli paramassi			Canalette di drenaggio		X
Gradonature		X	Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		X
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento			Reti paramassi		X	.....		
.....								
<b>SISTEMAZIONI IDRAULICHE</b>			<b>INTERVENTI ATTIVI IN PARETE</b>			<b>ALTRO</b>		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo		X	Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate		
			Reti			Micropali		
			.....			Demolizione blocchi		
						.....		

## 10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

E P			E P		
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri		X	Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri			.....		

## 11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici	X	Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	X
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche	X	Relazione geologica	X
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	X
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	X
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	X
Prove pressiometriche		Rilievo topografico	X

## 12 - NOTE

I dati geometrici individuabili in superficie sono stati ricavati dall'aerofotogrammetrico comunale, mentre la geometria e la profondità della superficie di scivolamento sono state ricavate da *back - analysis* eseguite con modelli all'equilibrio limite.

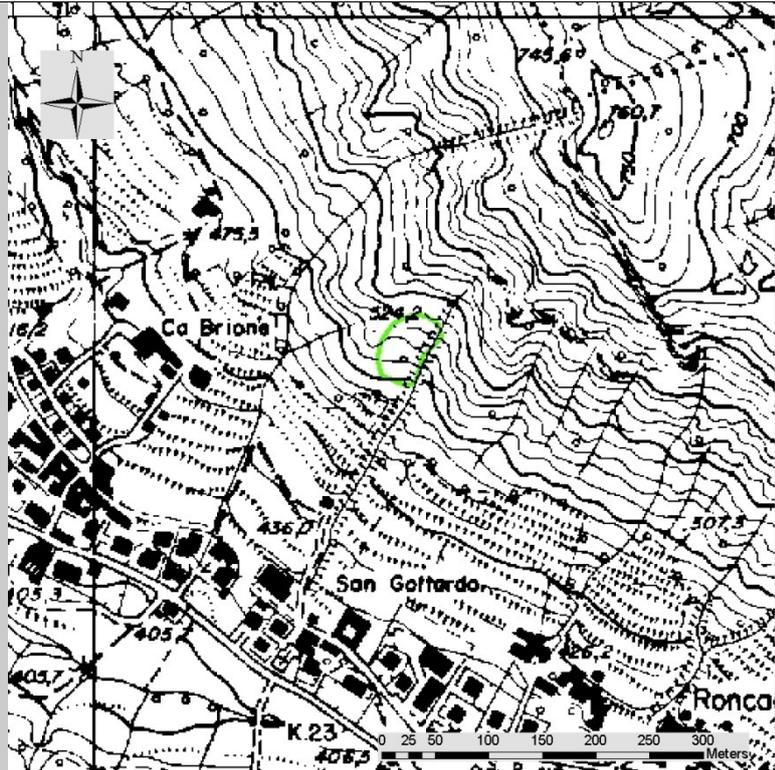
I dati riportati nella sezione n. 5 fanno riferimento a quanto rilevato nei giorni seguenti al dissesto del 2002.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Progetto di consolidamento versanti in Frazione di San Gottardo - 1° Lotto O.P.C.M. n. 3258/02 e O.P.C.M. n. 3277/03. Elaborato n. 2 - Relazione geologica e sulle indagini; Elaborato n. 3 - Relazione Tecnica.

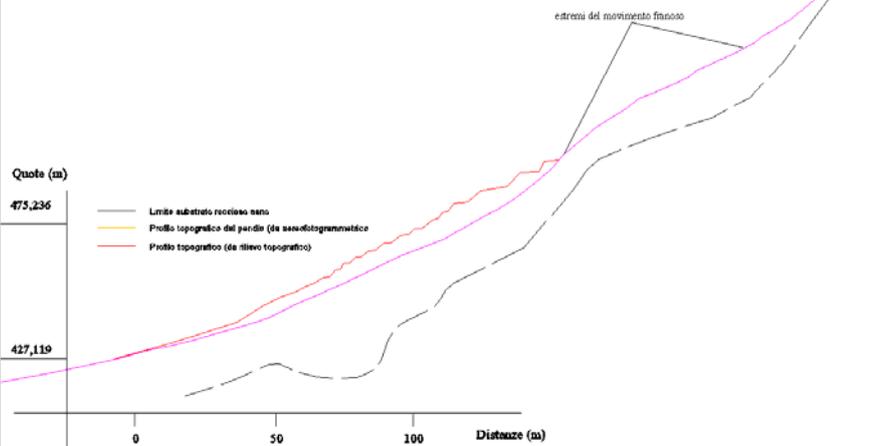
# ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10 000)



Foto

Sezioni



Altro

# SCHEDA N. 4

## 1 - DATI GENERALI

N° di riferimento	4	Data di compilazione	16/12/2005
Rilevatore	Geol. Rota Matteo	Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate Gauss-Boaga da CTR) (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine Longitudine		5069957 1535460
Nome o località frana	Favirano	Comune	Torre dé Busi
Comunità Montana	Valle San Martino	Provincia	Lecco
Bacino	Adda	Sottobacino	Carpine
Sigla CTR	B5e1	Nome CTR	Cisano B.sco
Località minacciate direttamente		Comune	Torre dé Busi
Località minacciate indirettamente	N.N.	Comune	
Data primo movimento	26/11/2002	Data ultima riattivazione	26/11/2002

## 2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	454
Larghezza media (m)	15
Larghezza massima (m)	25
Altezza max. scarpata principale (m)	8
Area (m <sup>2</sup> )	250
Volume (m <sup>3</sup> )	800

ALTRI DATI	
Area Totale (m <sup>2</sup> )	1500
Lunghezza max percorso colata o massi (m)	30
Giacitura media del versante (imm/incl)	207/29
Forma del versante	1
Presenza di svincoli laterali	e

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	412
Quota testata (m s.l.m.)	447
Larghezza media (m)	20
Larghezza massima (m)	35
Lunghezza media (m)	65
Lunghezza massima (m)	65
Spessore medio (m)	10
Spessore massimo (m)	16
Area (m <sup>2</sup> )	1125
Volume (m <sup>3</sup> )	9000
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	

## 3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità					
	litologia principale					
	altre litologie					
	alterazione					
	struttura della roccia					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	grado di cementazione					
Terreno	unità					
	facies	Di versante				
	classe granulometrica principale (A.G.I.)	Ghiaia con limo e argilla sabbiosa				Ghiaia con limo e argilla sabbiosa
	alterazione	Molto alterato				Molto alterato
	grado di cementazione	assente				assente



## 9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

E P			E P			E P		
<b>SISTEMAZIONI FORESTALI</b>			<b>INTERVENTI PASSIVI</b>			<b>DRENAGGIO</b>		
Viminate/fascinate		X	Valli paramassi			Canalette di drenaggio		X
Gradonature		X	Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		X
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento						.....		
.....								
<b>SISTEMAZIONI IDRAULICHE</b>			<b>INTERVENTI ATTIVI IN PARETE</b>			<b>ALTRO</b>		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo	X		Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate		
			Reti			Micropali		
			.....			Demolizione blocchi		
						.....		

## 10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

E P			E P		
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri			.....		

## 11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici	X	Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	X
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche	X	Relazione geologica	X
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	X
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	X
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche		Rilievo topografico	

## 12 - NOTE

I dati geometrici individuabili in superficie sono stati ricavati dall'aerofotogrammetrico comunale, mentre la geometria e la profondità della superficie di scivolamento sono state ricavate da *back - analysis* eseguite con modelli all'equilibrio limite.

I dati riportati nella sezione n. 5 fanno riferimento a quanto rilevato nei giorni seguenti al dissesto del 2002.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Progetto di consolidamento versanti in Frazione di San Gottardo - 1° Lotto O.P.C.M. n. 3258/02 e O.P.C.M. n. 3277/03. Elaborato n. 2 - Relazione geologica e sulle indagini; Elaborato n. 3 - Relazione Tecnica.



## SCHEDA CROLLI A

Lunghezza massima piste di discesa (m)	412
--	-----

<b>ZONA DI DISTACCO</b>	Pendenza (°)				77		
	Altezza della parete (m)				25		
	Forma della parete	Planare					
		Convessa					
		Concava				X	
		Aggettante					
	Fratture a monte della parete			si		no	X
	Presenza di contatti litologici			si		no	X
	Presenza di interstrati argillitici			si		no	X
	Presenza di venute d'acqua			si		no	X
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m <sup>3</sup> )				2,5		
	Sintomi di attività	Fratture aperte		si	X	no	
		Blocchi ruotati		si	X	no	
		Zone intensamente fratturate		si	X	no	
		Superfici non alterate		si	X	no	
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)							

<b>ZONA DI TRANSITO</b>	Pendenza media versante (°)				37,5		
	Natura della superficie	Roccia resistente					
		Roccia debole					
		Detrito grossolano				X	
		Detrito fine					
		Terreno					
	Tipo di impatti	Impatti singoli		si		no	
		Impatti multipli		si		no	
	Rottura di blocchi per impatto			si	X	no	
	Tipo di vegetazione	Assente					
		Erbacea					
		Arbustiva					
		Di alto fusto				X	
	Altezza vegetazione abbattuta (m)						

<b>ZONA DI ACCUMULO</b>	Pendenza media (°)		27
	Natura della superficie	Roccia resistente	
		Roccia debole	
		Detrito grossolano	
		Detrito fine	
	Terreno	X	
Materiale franato	Litologia		Arenaria
	Selezione		Media
	Forma		Parallelepipedica
	Volume minimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,33
	Volume modale dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,7
	Volume massimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		1,3
	Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		2
	Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		150
	Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)		410
Tipo di vegetazione	Assente		
	Erbacea		
	Arbustiva		X
	Di alto fusto		

## SCHEDA CROLLI B

Lunghezza massima piste di discesa (m)	450
--	-----

<b>ZONA DI DISTACCO</b>	Pendenza (°)				82		
	Altezza della parete (m)				15		
	Forma della parete	Planare				X	
		Convessa					
		Concava					
		Aggettante					
	Fratture a monte della parete			si		no	X
	Presenza di contatti litologici			si		no	X
	Presenza di interstrati argillitici			si		no	X
	Presenza di venute d'acqua			si		no	X
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m <sup>3</sup> )				2,3		
	Sintomi di attività	Fratture aperte		si	X	no	
		Blocchi ruotati		si	X	no	
		Zone intensamente fratturate		si		no	X
		Superfici non alterate		si	X	no	
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)							

<b>ZONA DI TRANSITO</b>	Pendenza media versante (°)				36		
	Natura della superficie	Roccia resistente					
		Roccia debole					
		Detrito grossolano				X	
		Detrito fine					
		Terreno					
	Tipo di impatti	Impatti singoli		si		no	
		Impatti multipli		si		no	
	Rottura di blocchi per impatto			si	X	no	
	Tipo di vegetazione	Assente					
		Erbacea					
		Arbustiva					
		Di alto fusto				X	
	Altezza vegetazione abbattuta (m)						

<b>ZONA DI ACCUMULO</b>	Pendenza media (°)		24
	Natura della superficie	Roccia resistente	
		Roccia debole	
		Detrito grossolano	
		Detrito fine	
	Terreno	X	
Materiale franato	Litologia		Arenaria
	Selezione		Media
	Forma		Parallelepipedica
	Volume minimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,33
	Volume modale dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,7
	Volume massimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		1,3
	Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		10
	Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		180
	Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)		380
Tipo di vegetazione	Assente		
	Erbacea		
	Arbustiva		X
	Di alto fusto		

## SCHEDA CROLLI C

Lunghezza massima piste di discesa (m)	540
--	-----

<b>ZONA DI DISTACCO</b>	Pendenza (°)				69			
	Altezza della parete (m)				20			
	Forma della parete		Planare					
			Convessa		X			
			Concava					
			Aggettante					
	Fratture a monte della parete		si		no	X		
	Presenza di contatti litologici		si		no	X		
	Presenza di interstrati argillitici		si		no	X		
	Presenza di venute d'acqua		si		no	X		
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m <sup>3</sup> )				2,1			
	Sintomi di attività		Fratture aperte		si	X	no	
			Blocchi ruotati		si	X	no	
			Zone intensamente fratturate		si	X	no	
			Superfici non alterate		si	X	no	
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)				1				

<b>ZONA DI TRANSITO</b>	Pendenza media versante (°)				39			
	Natura della superficie		Roccia resistente					
			Roccia debole					
			Detrito grossolano		X			
			Detrito fine					
			Terreno					
	Tipo di impatti		Impatti singoli		si		no	
			Impatti multipli		si		no	
	Rottura di blocchi per impatto		si	X	no			
	Tipo di vegetazione		Assente					
			Erbacea					
			Arbustiva					
			Di alto fusto		X			
	Altezza vegetazione abbattuta (m)							

<b>ZONA DI ACCUMULO</b>	Pendenza media (°)		25
	Natura della superficie	Roccia resistente	
		Roccia debole	
		Detrito grossolano	
		Detrito fine	
	Terreno	X	
Materiale franato	Litologia		Arenaria
	Selezione		Media
	Forma		Parallelepipedica
	Volume minimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,4
	Volume modale dei blocchi (m <sup>3</sup> )		1,3
	Volume massimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		2,0
	Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		5
	Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		255
	Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)		310
Tipo di vegetazione	Assente		
	Erbacea		
	Arbustiva		X
	Di alto fusto		

## SCHEDA CROLLI D

Lunghezza massima piste di discesa (m)	555
--	-----

<b>ZONA DI DISTACCO</b>	Pendenza (°)				63		
	Altezza della parete (m)				13		
	Forma della parete	Planare				X	
		Convessa					
		Concava					
		Aggettante					
	Fratture a monte della parete			si		no	X
	Presenza di contatti litologici			si		no	X
	Presenza di interstrati argillitici			si		no	X
	Presenza di venute d'acqua			si		no	X
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m <sup>3</sup> )				2,1		
	Sintomi di attività	Fratture aperte		si	X	no	
		Blocchi ruotati		si	X	no	
		Zone intensamente fratturate		si		no	X
		Superfici non alterate		si	X	no	
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)							

<b>ZONA DI TRANSITO</b>	Pendenza media versante (°)				42		
	Natura della superficie	Roccia resistente					
		Roccia debole					
		Detrito grossolano				X	
		Detrito fine					
		Terreno					
	Tipo di impatti	Impatti singoli		si		no	
		Impatti multipli		si		no	
	Rottura di blocchi per impatto			si	X	no	
	Tipo di vegetazione	Assente					
		Erbacea					
		Arbustiva					
		Di alto fusto				X	
	Altezza vegetazione abbattuta (m)						

<b>ZONA DI ACCUMULO</b>	Pendenza media (°)		23	
	Natura della superficie	Roccia resistente		
		Roccia debole		
		Detrito grossolano		
		Detrito fine		
Terreno		X		
Materiale franato	Litologia		Arenaria	
	Selezione		Media	
	Forma		Parallelepipedica	
	Volume minimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,25	
	Volume modale dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,75	
	Volume massimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		1,1	
	Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		2	
	Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		200	
	Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)		360	
Tipo di vegetazione	Assente			
	Erbacea			
	Arbustiva		X	
	Di alto fusto			

## SCHEDA CROLLI E

Lunghezza massima piste di discesa (m)	430
--	-----

<b>ZONA DI DISTACCO</b>	Pendenza (°)				63		
	Altezza della parete (m)				9		
	Forma della parete	Planare					
		Convessa					
		Concava				X	
		Aggettante					
	Fratture a monte della parete			si		no	X
	Presenza di contatti litologici			si		no	X
	Presenza di interstrati argillitici			si		no	X
	Presenza di venute d'acqua			si		no	X
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m <sup>3</sup> )				0,55		
	Sintomi di attività	Fratture aperte		si	X	no	
		Blocchi ruotati		si		no	X
		Zone intensamente fratturate		si		no	X
		Superfici non alterate		si	X	no	
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)							

<b>ZONA DI TRANSITO</b>	Pendenza media versante (°)				47		
	Natura della superficie	Roccia resistente					
		Roccia debole					
		Detrito grossolano				X	
		Detrito fine					
		Terreno					
	Tipo di impatti	Impatti singoli		si		no	
		Impatti multipli		si		no	
	Rottura di blocchi per impatto			si		no	X
	Tipo di vegetazione	Assente					
		Erbacea					
		Arbustiva					
		Di alto fusto				X	
	Altezza vegetazione abbattuta (m)						

<b>ZONA DI ACCUMULO</b>	Pendenza media (°)		23
	Natura della superficie	Roccia resistente	
		Roccia debole	
		Detrito grossolano	
		Detrito fine	
	Terreno	X	
Materiale franato	Litologia		Arenaria
	Selezione		Scarsa
	Forma		Parallelepipedica
	Volume minimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,20
	Volume modale dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,45
	Volume massimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,5
	Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		15
	Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		90
	Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)		210
Tipo di vegetazione	Assente		
	Erbacea		
	Arbustiva		X
	Di alto fusto		

## SCHEMA CROLLI F

Lunghezza massima piste di discesa (m)	320
--	-----

<b>ZONA DI DISTACCO</b>	Pendenza (°)				61		
	Altezza della parete (m)				11		
	Forma della parete	Planare					
		Convessa					
		Concava				X	
		Aggettante					
	Fratture a monte della parete			si		no	X
	Presenza di contatti litologici			si		no	X
	Presenza di interstrati argillitici			si		no	X
	Presenza di venute d'acqua			si		no	X
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m <sup>3</sup> )				0,42		
	Sintomi di attività	Fratture aperte		si	X	no	
		Blocchi ruotati		si		no	X
		Zone intensamente fratturate		si	X	no	
		Superfici non alterate		si		no	X
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)*							

<b>ZONA DI TRANSITO</b>	Pendenza media versante (°)				39		
	Natura della superficie	Roccia resistente					
		Roccia debole					
		Detrito grossolano				X	
		Detrito fine					
		Terreno					
	Tipo di impatti	Impatti singoli		si		no	
		Impatti multipli		si		no	
	Rottura di blocchi per impatto			si		no	X
	Tipo di vegetazione	Assente					
		Erbacea					
		Arbustiva					
		Di alto fusto				X	
	Altezza vegetazione abbattuta (m)						

<b>ZONA DI ACCUMULO</b>	Pendenza media (°)		23	
	Natura della superficie	Roccia resistente		
		Roccia debole		
		Detrito grossolano		
		Detrito fine		
Terreno		X		
Materiale franato	Litologia		Arenaria	
	Selezione		Scarsa	
	Forma		Parallelepipedica	
	Volume minimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,22	
	Volume modale dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,45	
	Volume massimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,5	
	Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		10	
	Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		75	
	Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)		190	
Tipo di vegetazione	Assente			
	Erbacea			
	Arbustiva		X	
	Di alto fusto			

## SCHEDA CROLLI G

Lunghezza massima piste di discesa (m)	400
--	-----

<b>ZONA DI DISTACCO</b>	Pendenza (°)				60		
	Altezza della parete (m)				11		
	Forma della parete	Planare				X	
		Convessa					
		Concava					
		Aggettante					
	Fratture a monte della parete			si		no	X
	Presenza di contatti litologici			si		no	X
	Presenza di interstrati argillitici			si		no	X
	Presenza di venute d'acqua			si		no	X
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m <sup>3</sup> )				1,0		
	Sintomi di attività	Fratture aperte		si	X	no	
		Blocchi ruotati		si	X	no	
		Zone intensamente fratturate		si		no	X
		Superfici non alterate		si	X	no	
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)							

<b>ZONA DI TRANSITO</b>	Pendenza media versante (°)				36		
	Natura della superficie	Roccia resistente					
		Roccia debole					
		Detrito grossolano				X	
		Detrito fine					
		Terreno					
	Tipo di impatti	Impatti singoli		si		no	
		Impatti multipli		si		no	
	Rottura di blocchi per impatto			si		no	X
	Tipo di vegetazione	Assente					
		Erbacea					
		Arbustiva					
		Di alto fusto				X	
	Altezza vegetazione abbattuta (m)						

<b>ZONA DI ACCUMULO</b>	Pendenza media (°)		24
	Natura della superficie	Roccia resistente	
		Roccia debole	
		Detrito grossolano	
		Detrito fine	
	Terreno	X	
Materiale franato	Litologia	Arenaria	
	Selezione	Scarsa	
	Forma	Parallelepipedica	
	Volume minimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,15
	Volume modale dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,65
	Volume massimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,8
	Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		10
	Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		212
	Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)		250
Tipo di vegetazione	Assente		
	Erbacea		
	Arbustiva		X
	Di alto fusto		

## SCHEMA CROLLI H

Lunghezza massima piste di discesa (m)	260
--	-----

<b>ZONA DI DISTACCO</b>	Pendenza (°)				55	
	Altezza della parete (m)				12	
	Forma della parete		Planare			
			Convessa		X	
			Concava			
			Aggettante			
	Fratture a monte della parete		si		no	X
	Presenza di contatti litologici		si		no	X
	Presenza di interstrati argillitici		si		no	X
	Presenza di venute d'acqua		si		no	X
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m <sup>3</sup> )				0,8	
	Sintomi di attività		Fratture aperte		si	X
			Blocchi ruotati		si	X
			Zone intensamente fratturate		si	no
			Superfici non alterate		si	X
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)						

<b>ZONA DI TRANSITO</b>	Pendenza media versante (°)				35,5	
	Natura della superficie		Roccia resistente			
			Roccia debole			
			Detrito grossolano		X	
			Detrito fine			
			Terreno			
	Tipo di impatti		Impatti singoli		si	no
			Impatti multipli		si	no
	Rottura di blocchi per impatto		si		no	X
	Tipo di vegetazione		Assente			
			Erbacea			
			Arbustiva			
			Di alto fusto		X	
	Altezza vegetazione abbattuta (m)					

<b>ZONA DI ACCUMULO</b>	Pendenza media (°)		27
	Natura della superficie	Roccia resistente	
		Roccia debole	
		Detrito grossolano	
		Detrito fine	
	Terreno	X	
Materiale franato	Litologia		Arenaria
	Selezione		Scarsa
	Forma		Parallelepipedica
	Volume minimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,25
	Volume modale dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,5
	Volume massimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,9
	Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		20
	Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		60
	Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)		160
Tipo di vegetazione	Assente		
	Erbacea		
	Arbustiva		X
	Di alto fusto		

## SCHEDA CROLLI I

Lunghezza massima piste di discesa (m)	150
--	-----

<b>ZONA DI DISTACCO</b>	Pendenza (°)				51		
	Altezza della parete (m)				10		
	Forma della parete	Planare					
		Convessa				X	
		Concava					
		Aggettante					
	Fratture a monte della parete			si		no	X
	Presenza di contatti litologici			si		no	X
	Presenza di interstrati argillitici			si		no	X
	Presenza di venute d'acqua			si		no	X
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m <sup>3</sup> )				0,4		
	Sintomi di attività	Fratture aperte		si	X	no	
		Blocchi ruotati		si	X	no	
		Zone intensamente fratturate		si		no	X
		Superfici non alterate		si	X	no	
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)							

<b>ZONA DI TRANSITO</b>	Pendenza media versante (°)				40		
	Natura della superficie	Roccia resistente					
		Roccia debole					
		Detrito grossolano				X	
		Detrito fine					
		Terreno					
	Tipo di impatti	Impatti singoli		si		no	
		Impatti multipli		si		no	
	Rottura di blocchi per impatto			si		no	X
	Tipo di vegetazione	Assente					
		Erbacea					
		Arbustiva					
		Di alto fusto				X	
	Altezza vegetazione abbattuta (m)						

<b>ZONA DI ACCUMULO</b>	Pendenza media (°)		20
	Natura della superficie	Roccia resistente	
		Roccia debole	
		Detrito grossolano	
		Detrito fine	
	Terreno	X	
Materiale franato	Litologia		Arenaria
	Selezione		Scarsa
	Forma		Parallelepipedica
	Volume minimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,1
	Volume modale dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,15
	Volume massimo dei blocchi (m <sup>3</sup> )		0,25
	Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		5
	Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		55
	Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)		110
Tipo di vegetazione	Assente		
	Erbacea		
	Arbustiva		X
	Di alto fusto		

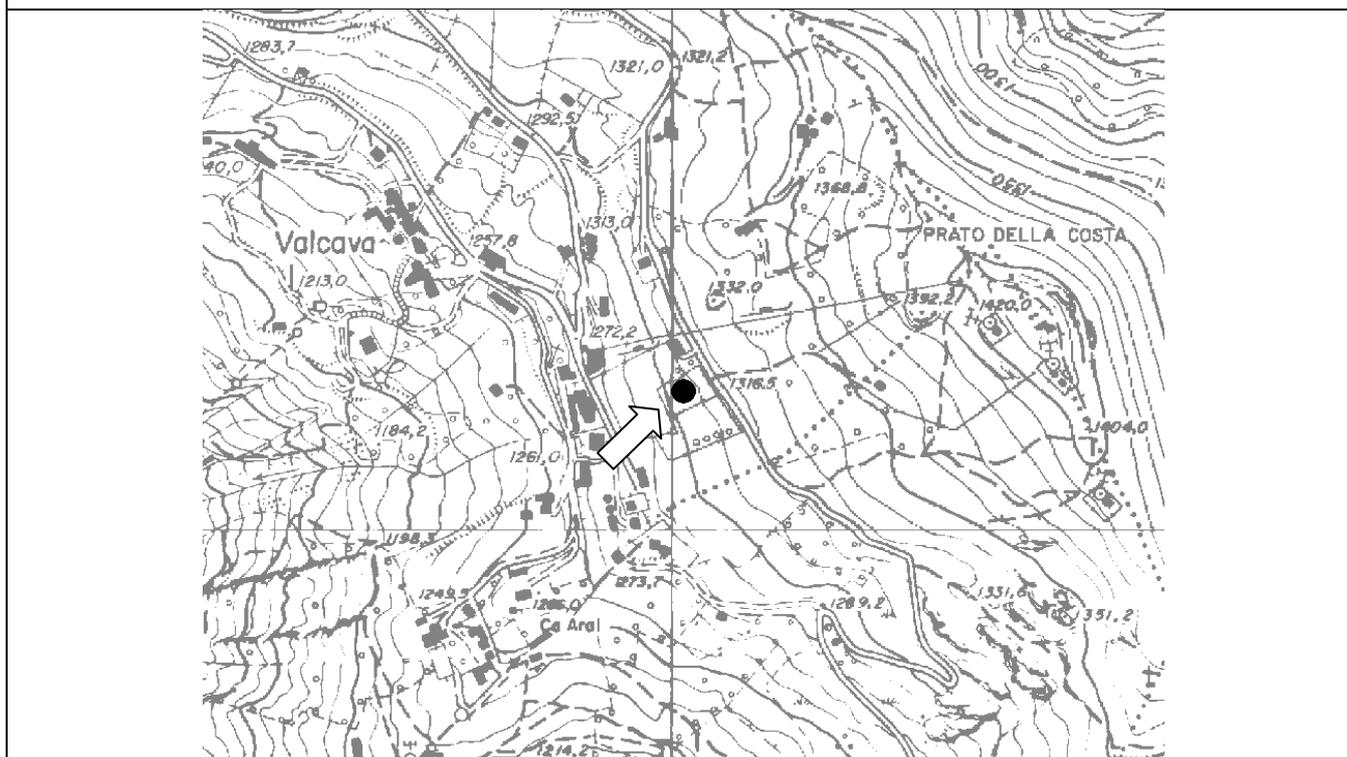
**ALLEGATO N. 2**

**SCHEDE PER IL CENSIMENTO DELLE SORGENTI**

## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/1

n° di riferimento e denominazione	5/1 Reina-Aral	
Località	Valcava Via Zomello	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	C4a5	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine	5070172
	Longitudine	1540012
Quota (m s.l.m.)	1298	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



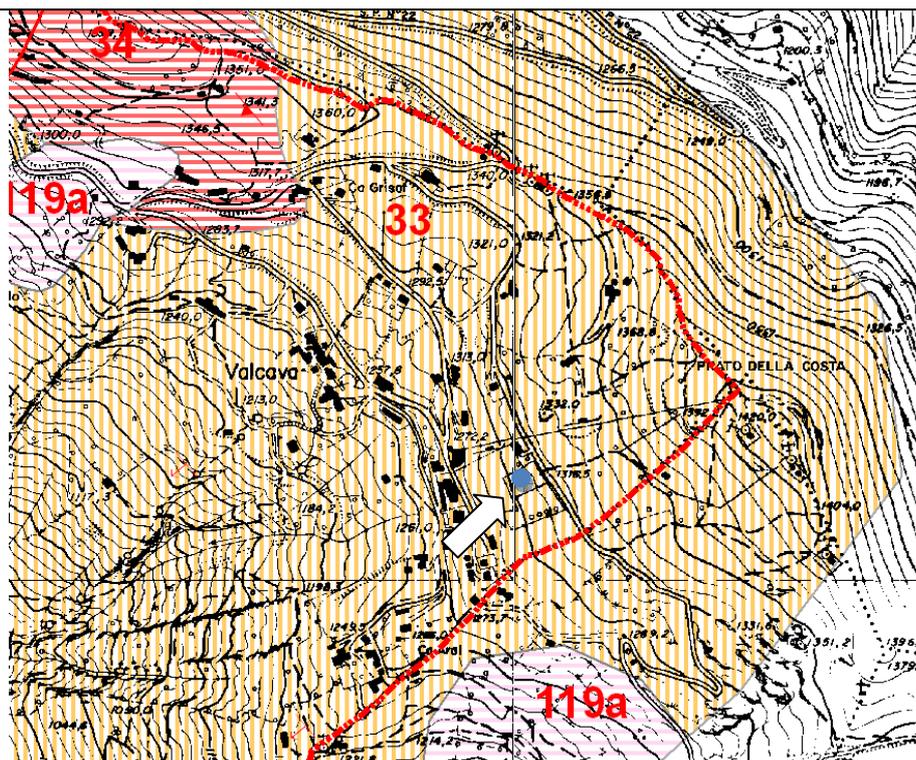
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	x
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	Potabile
Portata utilizzata mc/a	6307,2
Utilizzatore	Acquedotto

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



 33 - Calcarea di Zu (Norico Sup.-Retico)

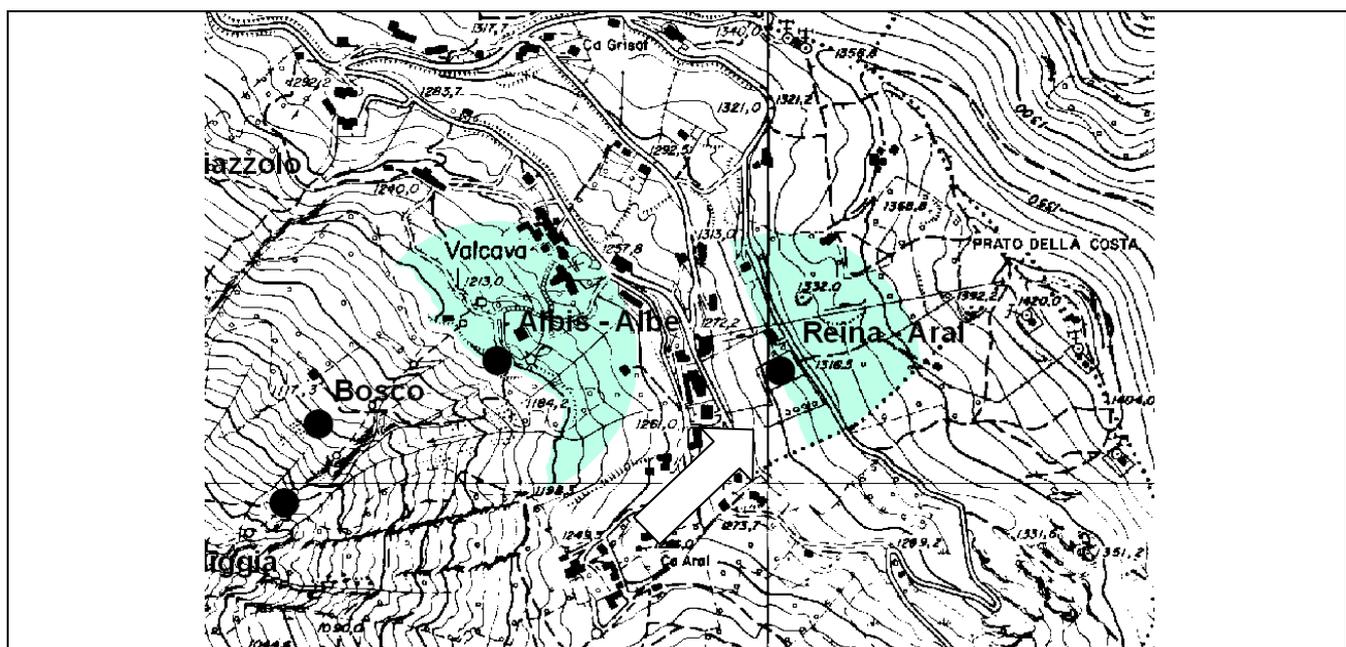
#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI

--

#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

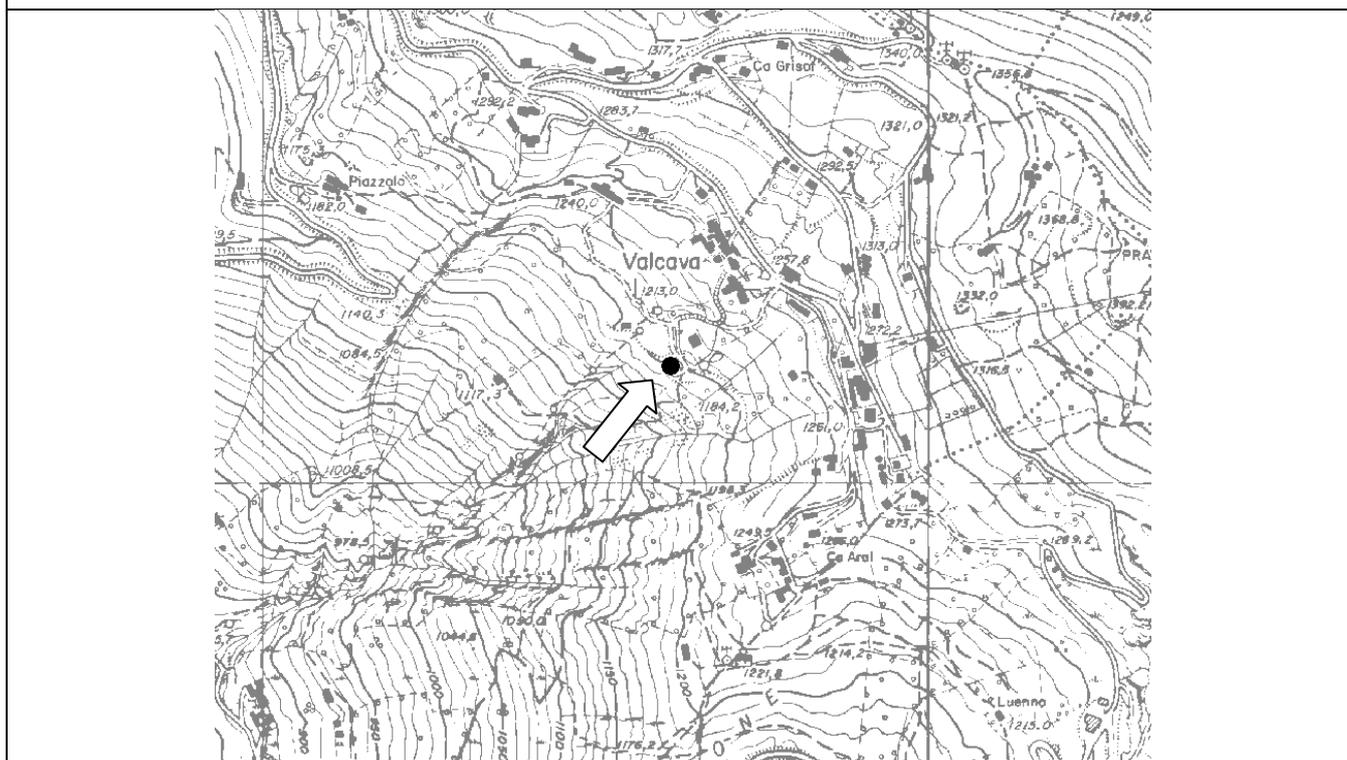
geometrico	D.G.R. n. 22338 del 20/11/2002	idrogeologico	
------------	--------------------------------	---------------	--



## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/2

n° di riferimento e denominazione	5/2 Albe - Albis	
Località	Valcava Via Zumello	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B4e5	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine	5070177
	Longitudine	1539614
Quota (m s.l.m.)	1200	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



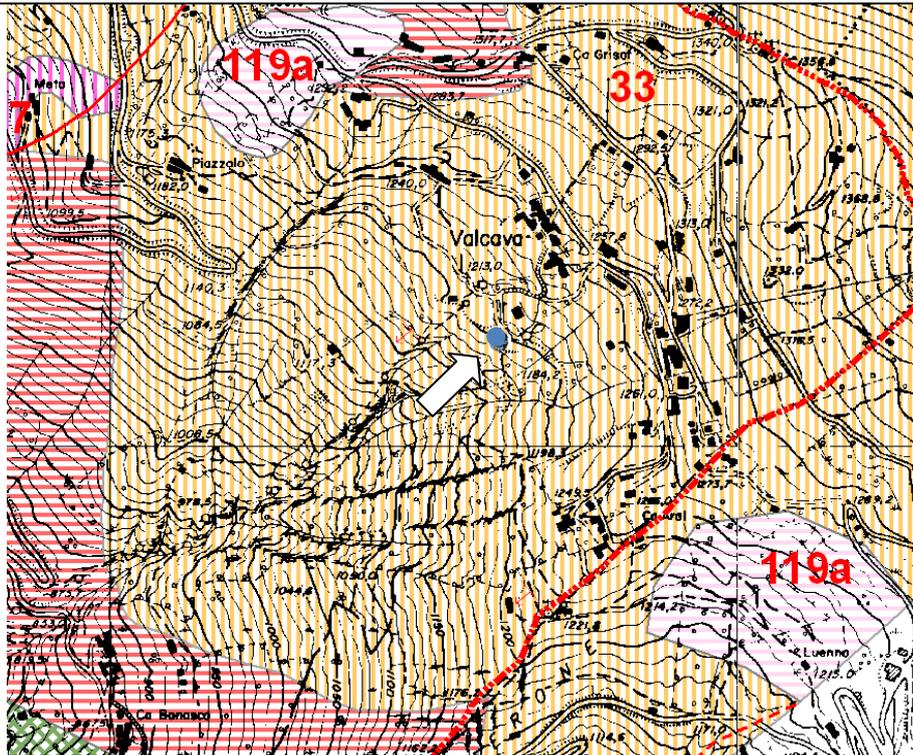
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	
Diffusa	
Fronte sorgivo	x
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	potabile
Portata utilizzata mc/a	6307,2
Utilizzatore	Acquedotto

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



 33 - Calcare di Zu (Norico Sup.-Retico)

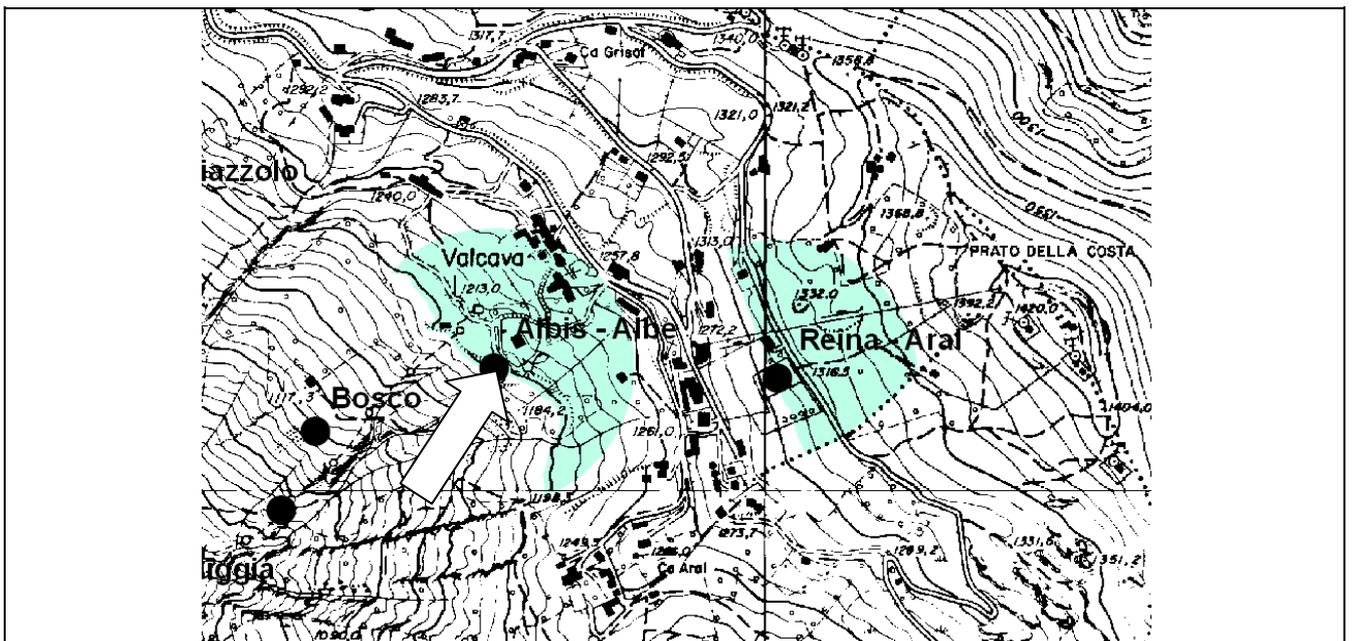
#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI

--

#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

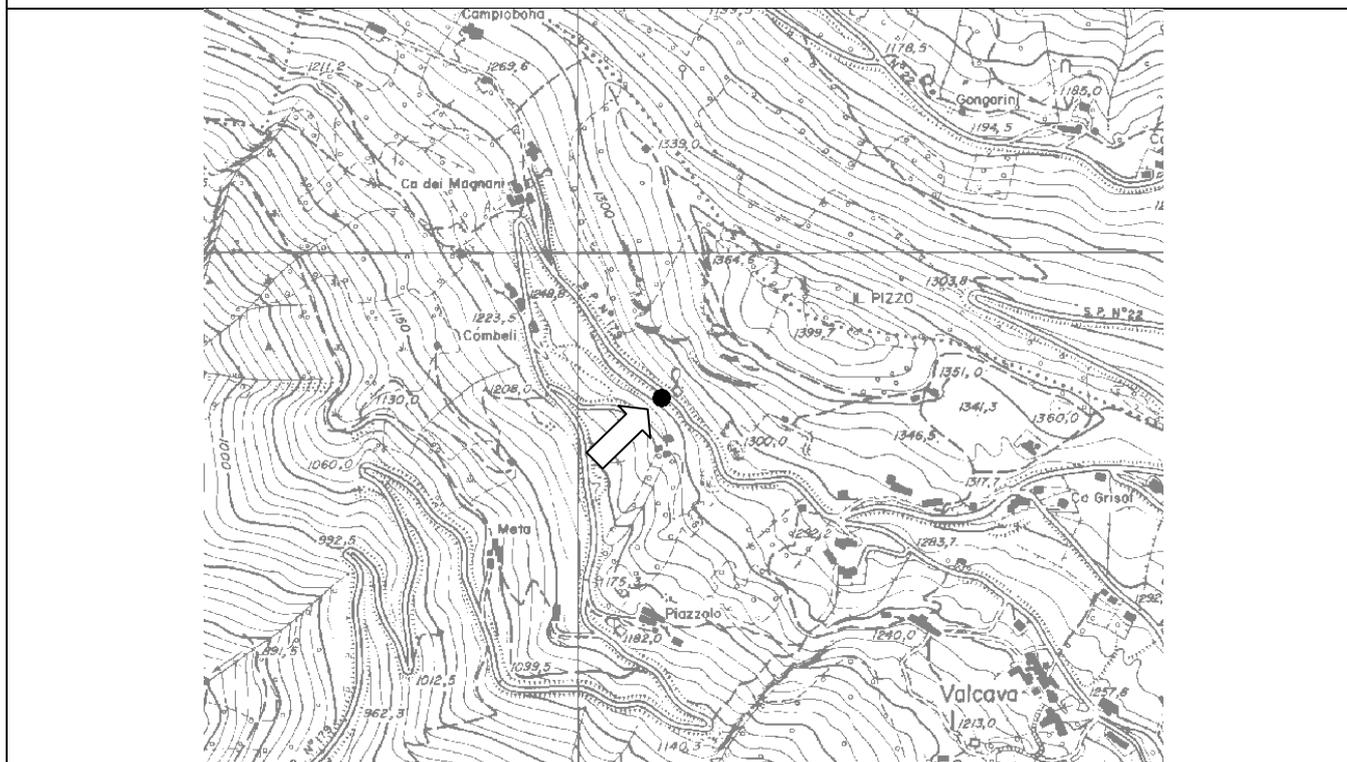
geometrico	D.G.R. n. 2238 del 20/11/2002	idrogeologico	
------------	-------------------------------	---------------	--



## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/3

n° di riferimento e denominazione	5/3 Spacca Ventre	
Località	Valcava Via Combeli	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B4e5	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine 5070784	Longitudine 15339180
Quota (m s.l.m.)	1259	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



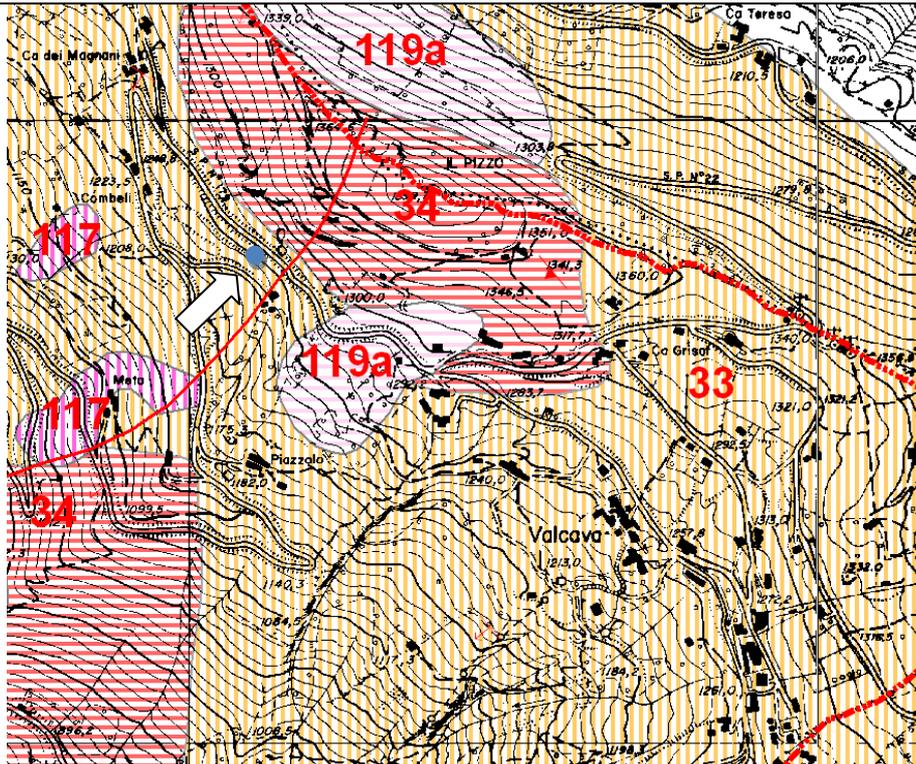
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	x
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	
Portata utilizzata mc/a	
Utilizzatore	privati

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



- Coperture Triassiche
-  34 - Dolomia a Conchodon - Corna (Retico Sup.-Hettangiano)
  -  33 - Calcarea di Zu (Norico Sup.-Retico)
- Lineamenti tettonici
-  Limiti tettonici e faglie con cinematica non specificata (certi)

#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI

--

#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

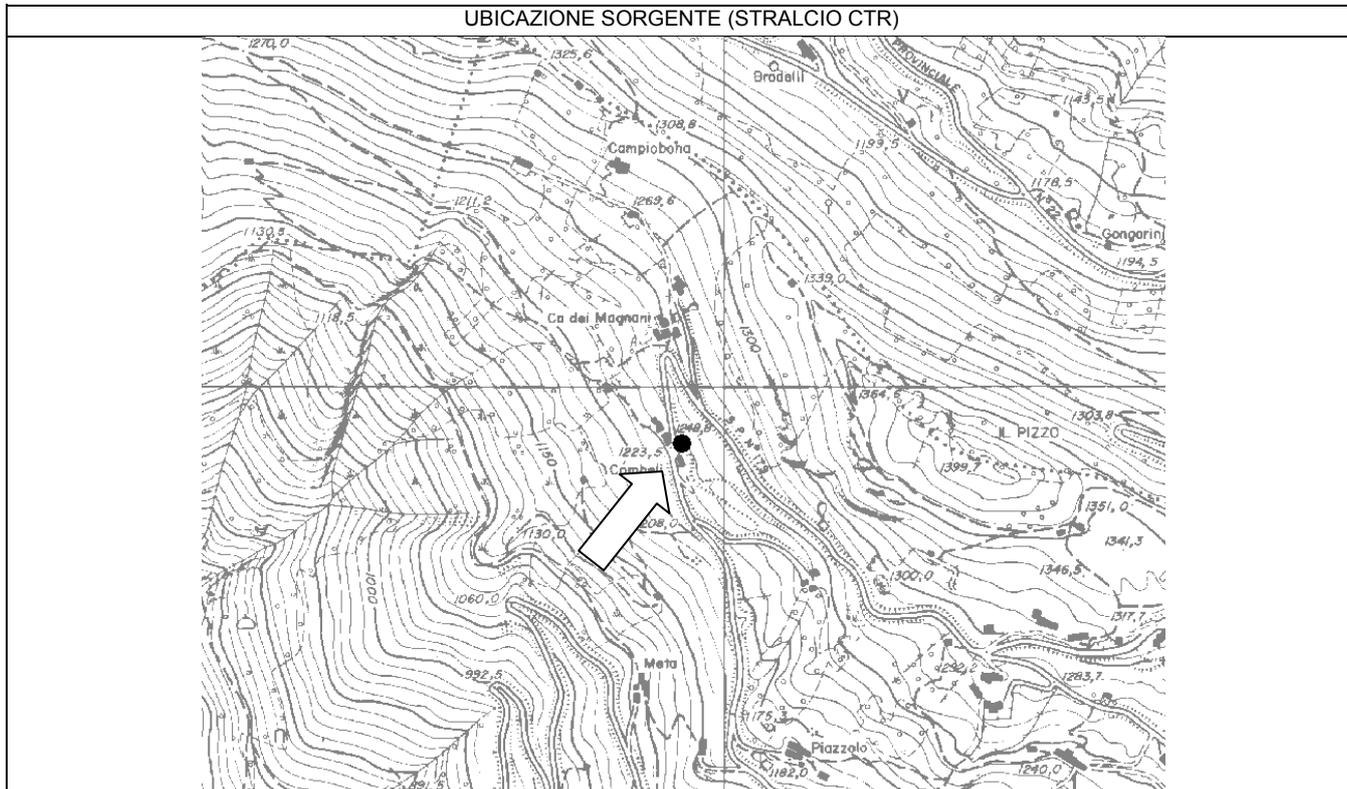
geometrico		idrogeologico	
------------	--	---------------	--

--

## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/4

n° di riferimento e denominazione	5/4 Combeli	
Località	Valcava Via Combeli	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B4e5	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine	5070912
	Longitudine	1538938
Quota (m s.l.m.)	1225	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



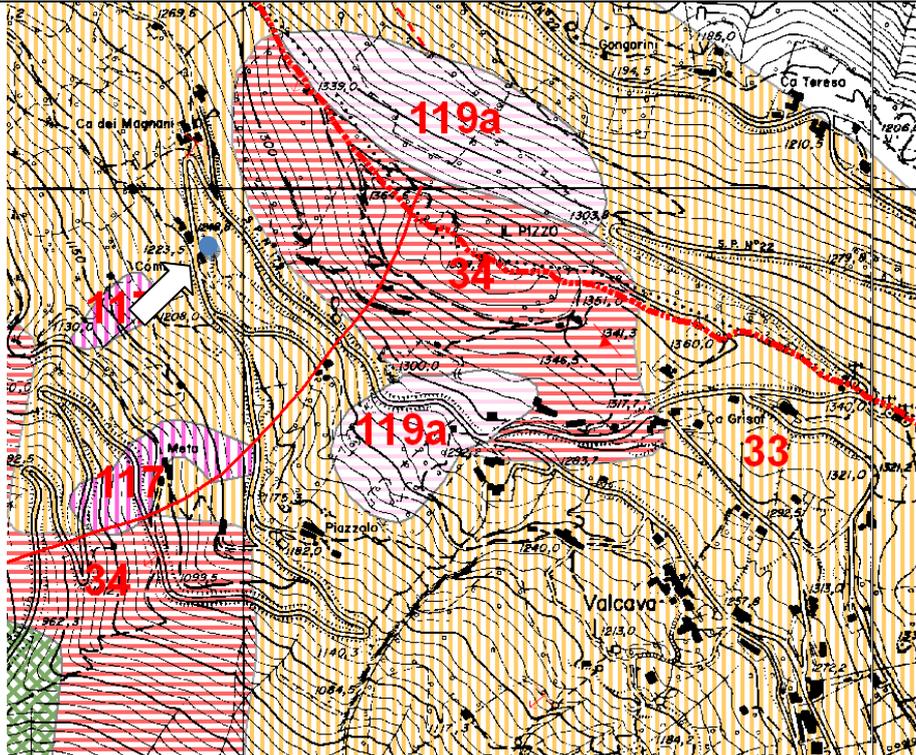
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	
Diffusa	x
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	
Portata utilizzata mc/a	630,72
Utilizzatore	pubblica

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



- Coperture Triassiche
-  34 - Dolomia a Conchodon - Corna (Retico Sup.-Hettangiano)
  -  33 - Calcarea di Zu (Norico Sup.-Retico)
- Lineamenti tettonici
-  Limiti tettonici e faglie con cinematica non specificata (certi)

#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI

--

#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

##### CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

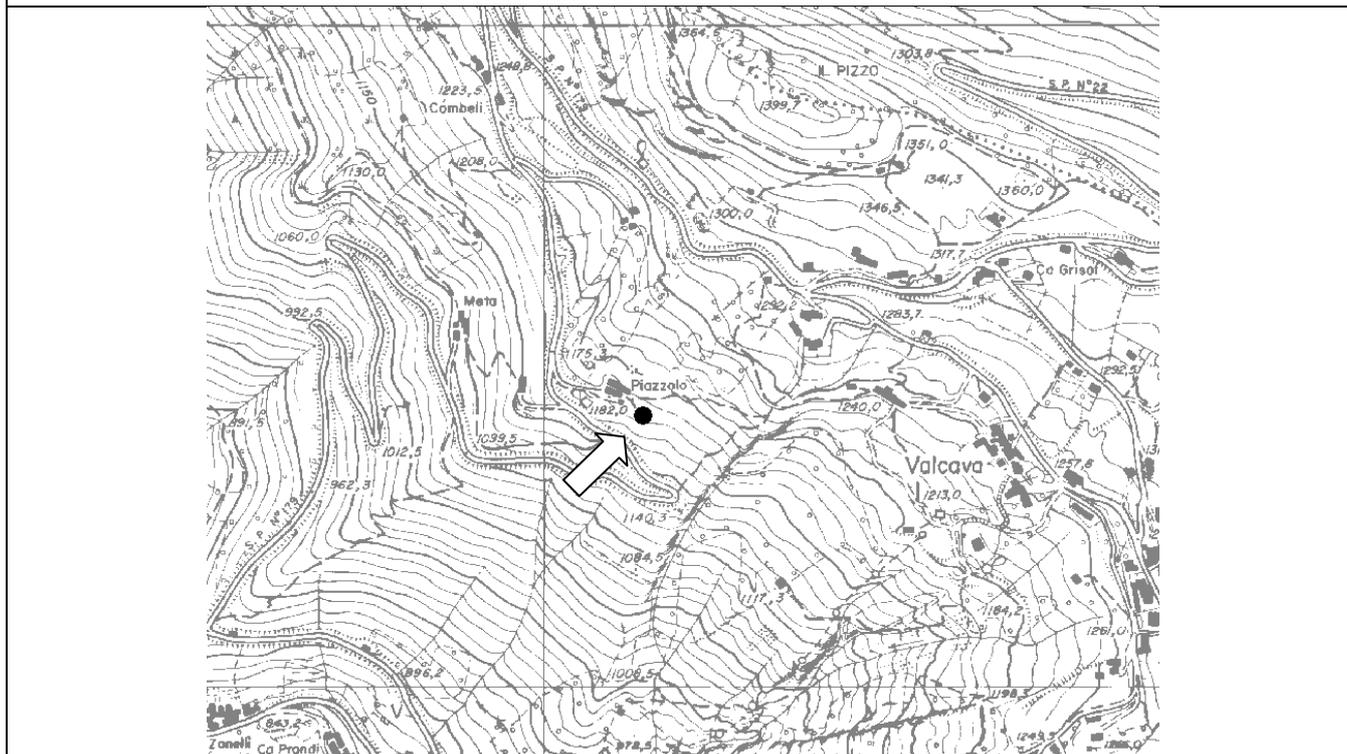
geometrico	idrogeologico
------------	---------------

--

## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/5

n° di riferimento e denominazione	5/5 Piazzolo	
Località	Valcava Via Piazzolo	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B4e5	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine	5070411
	Longitudine	15339146
Quota (m s.l.m.)	1184	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



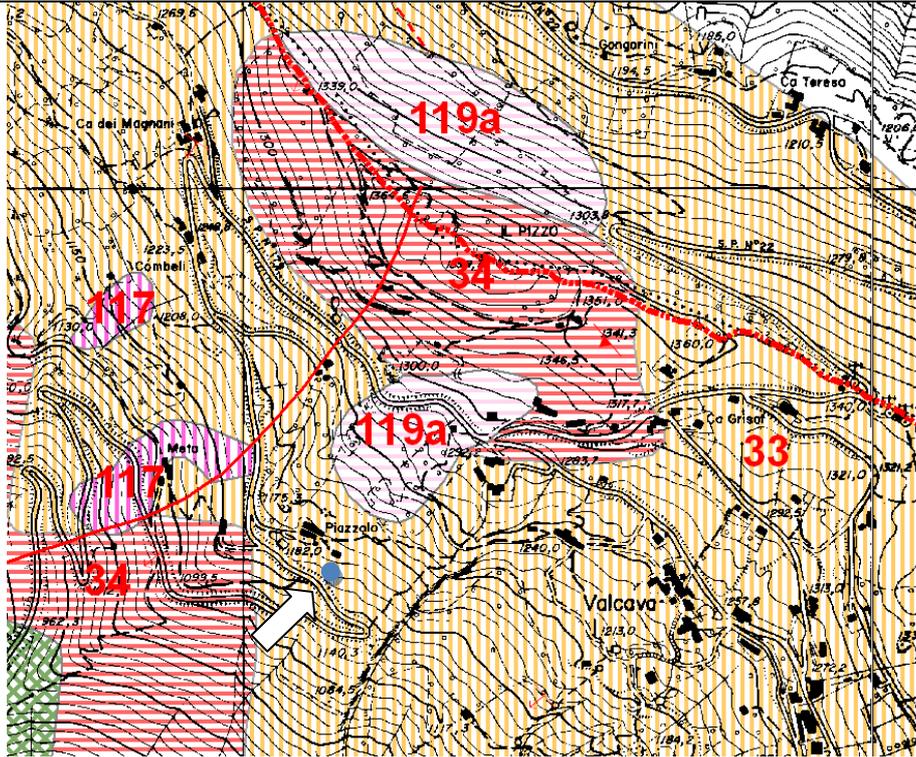
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	x
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	
Portata utilizzata mc/a	315,63
Utilizzatore	pubblica

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



 33 - Calcarea di Zu (Norico Sup.-Retico)

#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI

--

#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

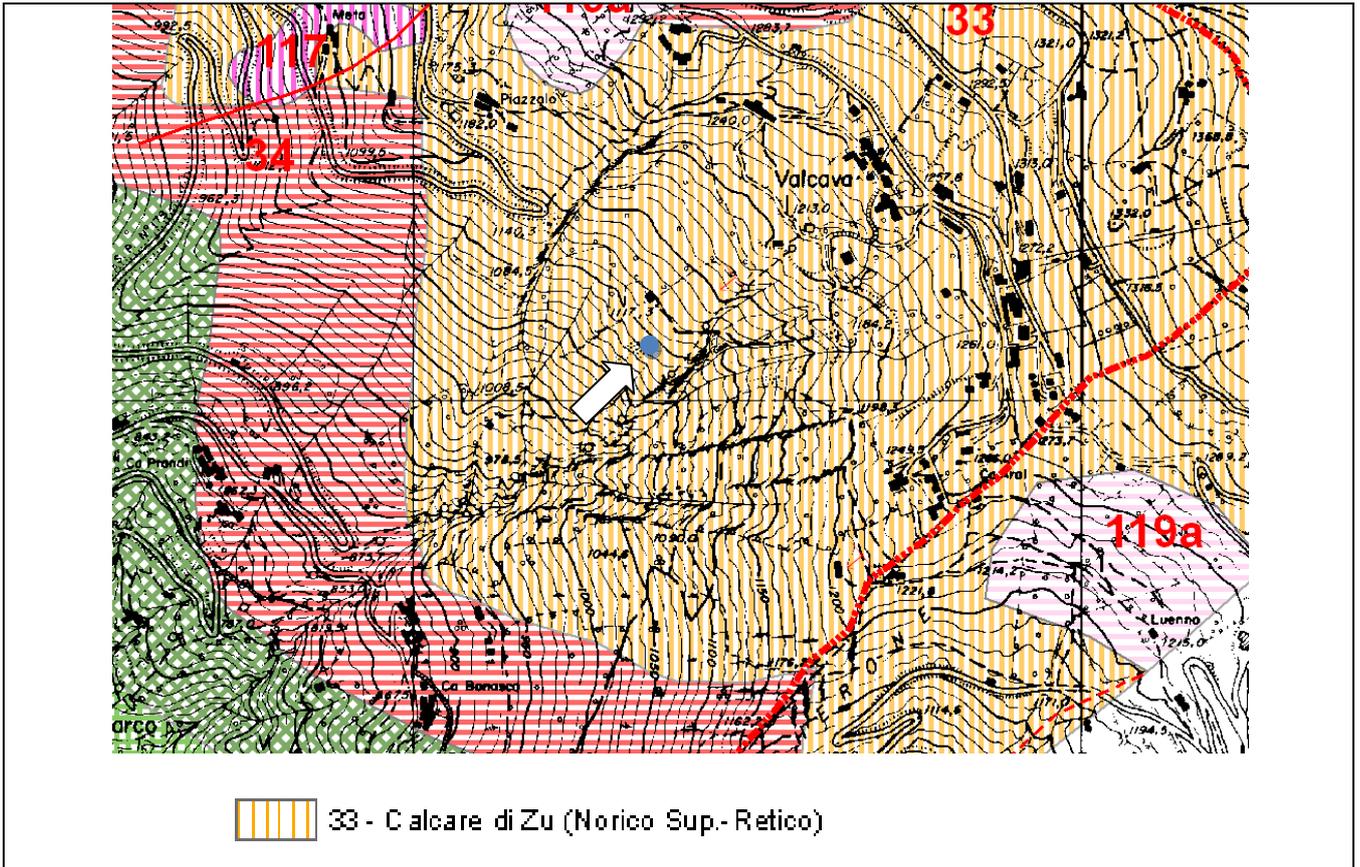
CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

geometrico		idrogeologico	
------------	--	---------------	--

--



#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI

--

#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

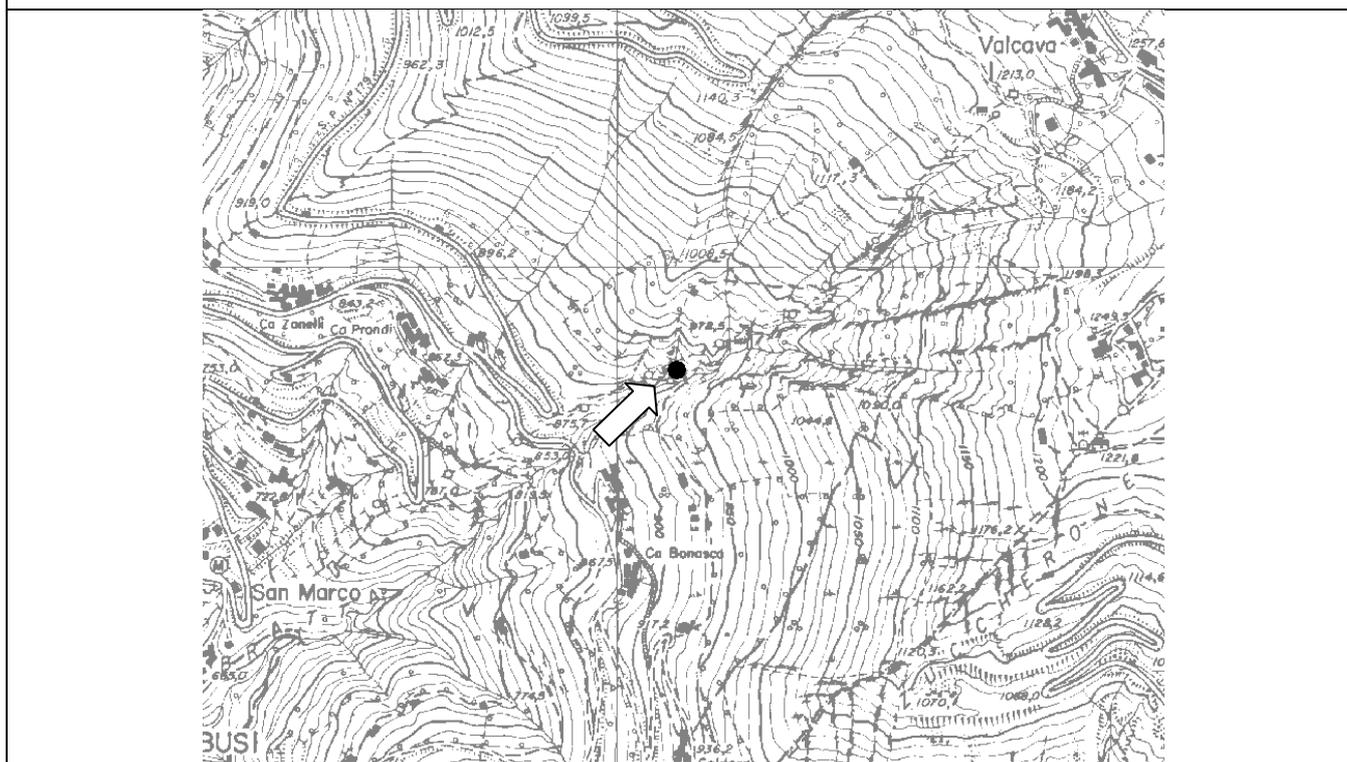
CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)			
geometrico		idrogeologico	

--

## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/7

n° di riferimento e denominazione	5/7 Nesuggia	
Località	Valle Bratta – Località Nesuggia	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B5e1	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine	5069841
	Longitudine	1539091
Quota (m s.l.m.)	904	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



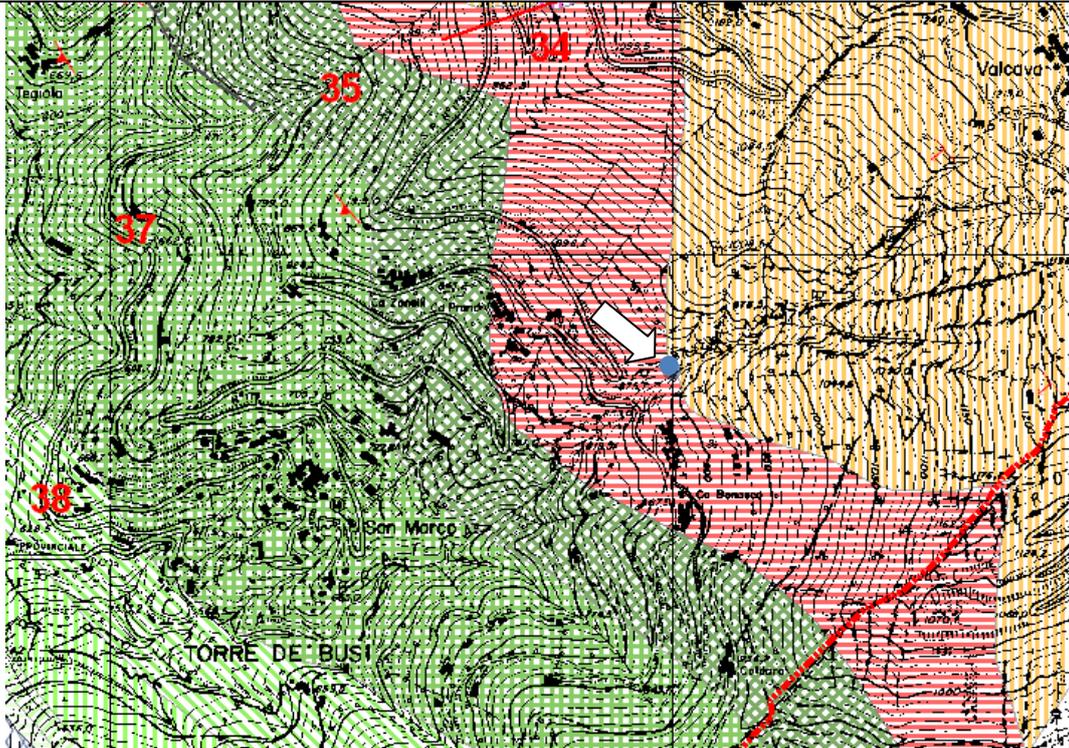
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	x
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	
Portata utilizzata mc/a	31536
Utilizzatore	pubblica

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



- Coperture Triassiche
-  34 - Dolomia a Conchodon - Corna (Retico Sup.-Hettangiano)
  -  33 - Calcare di Zu (Norico Sup.-Retico)

#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI

--

#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

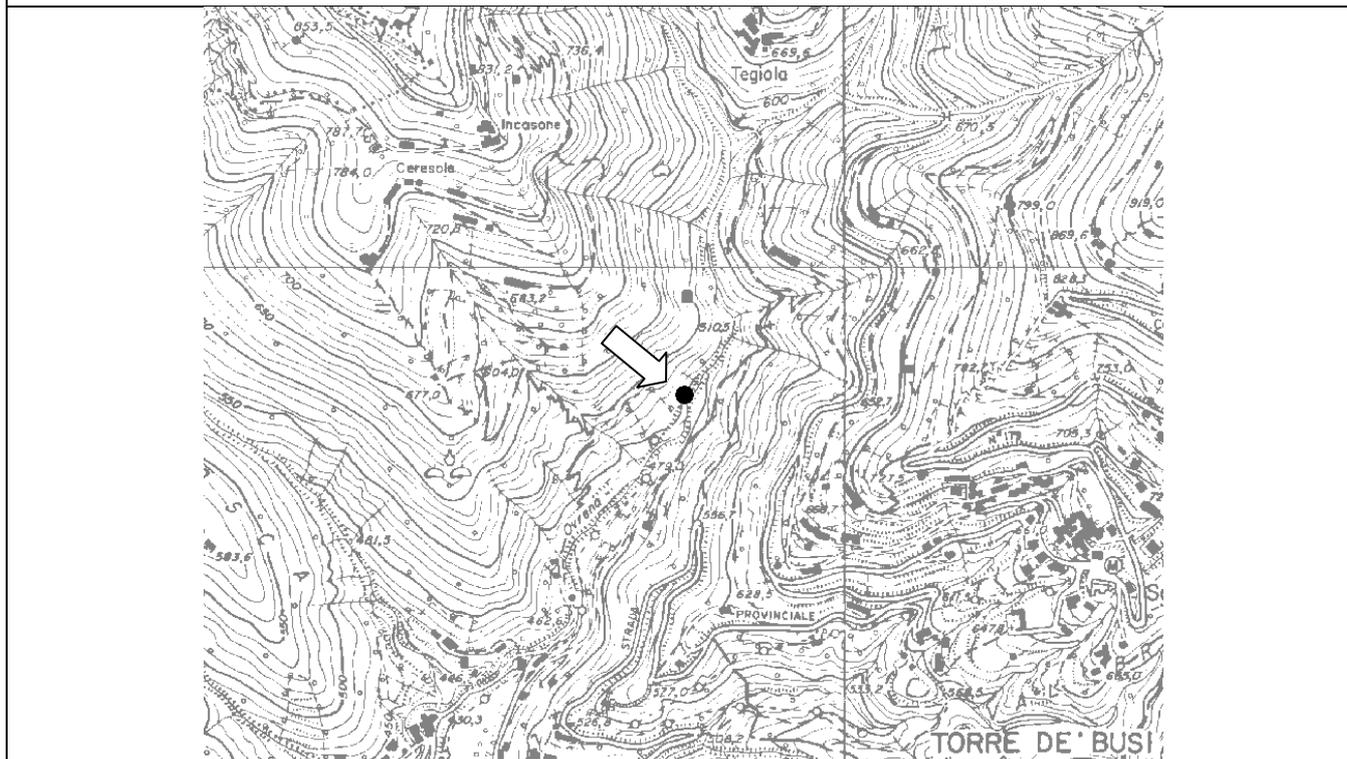
geometrico		idrogeologico	
------------	--	---------------	--

--

## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/9

n° di riferimento e denominazione	5/9 Ovrena	
Località	Via Torre	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B5e1	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine	5069813
	Longitudine	1537783
Quota (m s.l.m.)	508	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



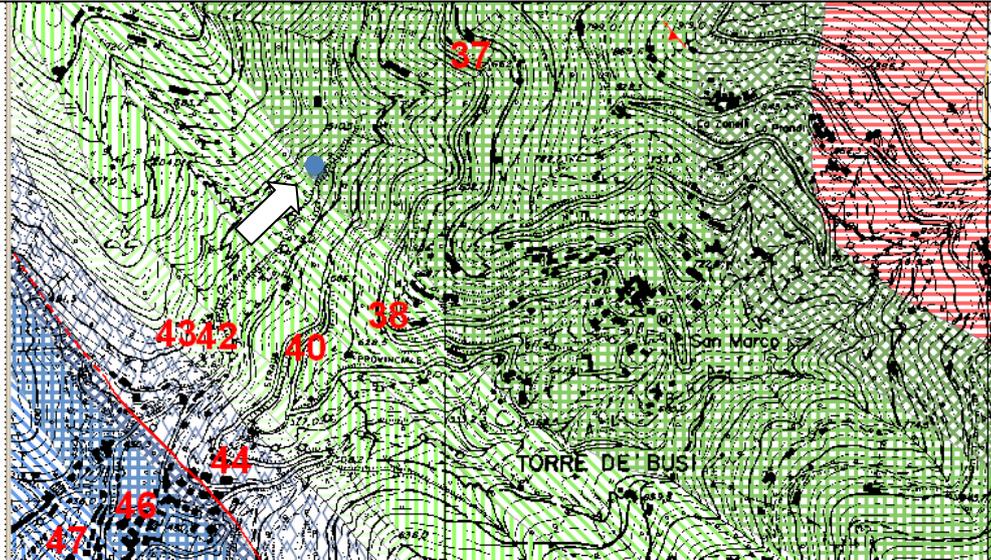
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	x
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	potabile
Portata utilizzata mc/a	198676,8
Utilizzatore	acquedotto

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



Coperture Giurassiche

-  40 - Formazione di Sogno (Toarciano-Baiociano Inf.)
-  38 - Calcare di Domaro (Pliensbachiano)

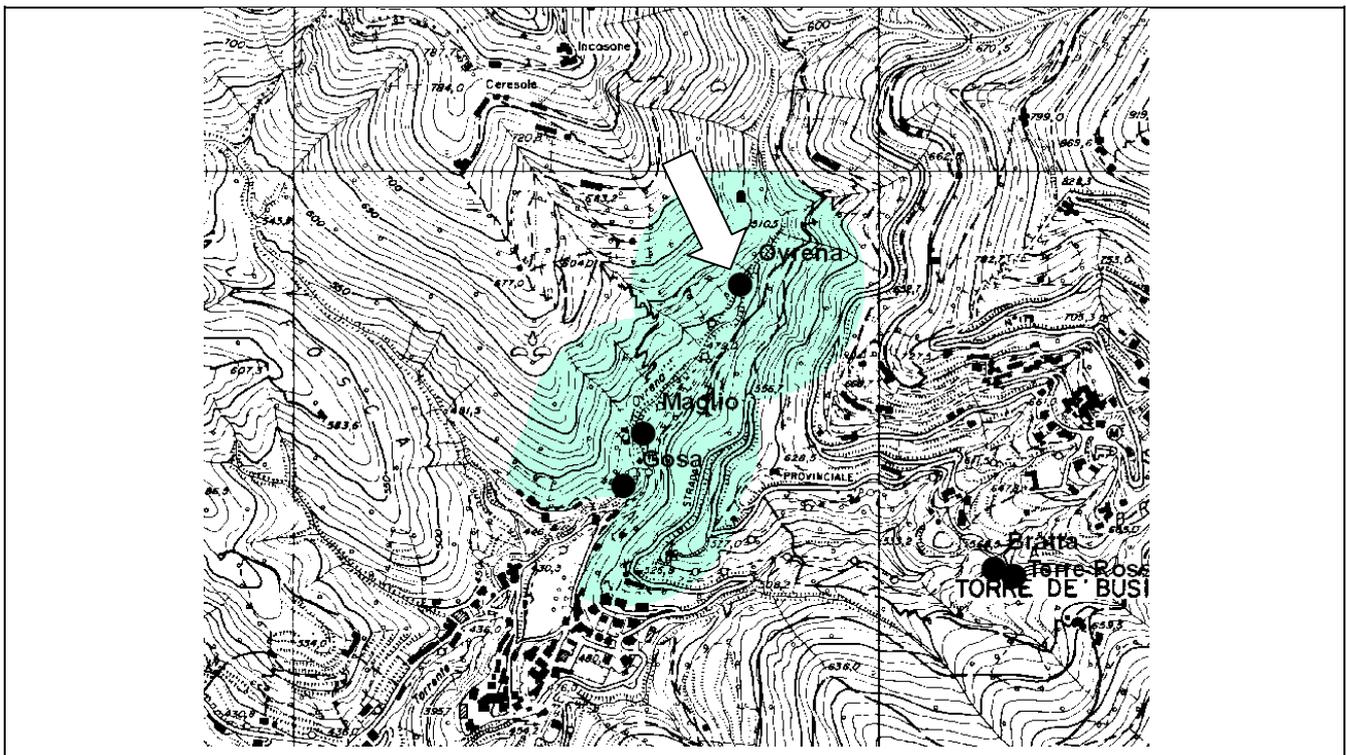
#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI



#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

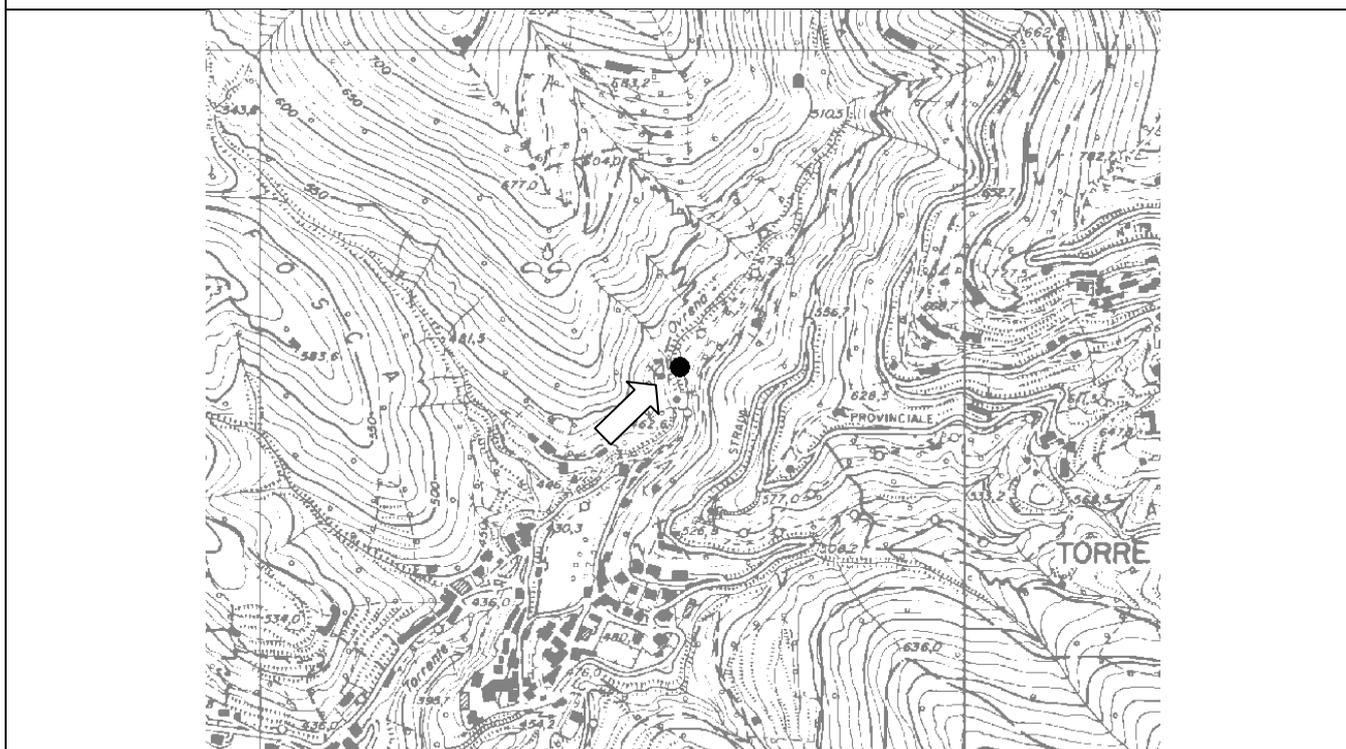
geometrico	D.G.R. n. 22338 del 20/11/2002	idrogeologico	
------------	--------------------------------	---------------	--



## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/10

n° di riferimento e denominazione	5/10 Maglio	
Località	Via Torre – Mulino di Beltrame	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B5e1	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine	5069458
	Longitudine	1537564
Quota (m s.l.m.)	478	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



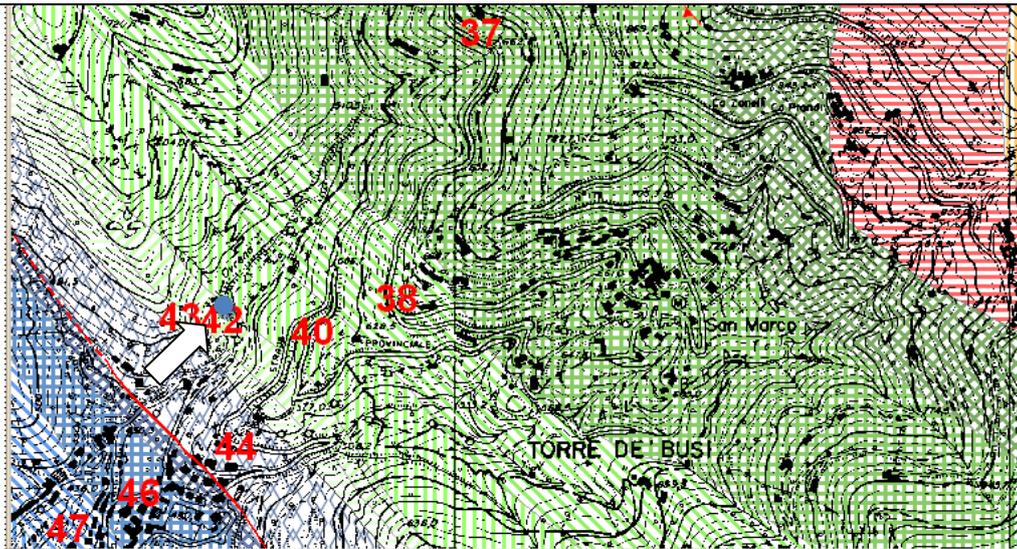
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	x
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	potabile
Portata utilizzata mc/a	94608
Utilizzatore	acquedotto

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



Coperture Giurassiche

-  43 - Rosso ad Aptici (Kimmeridgiano-Titoniano)
-  42 - Radiolariti (Batoniano Sup.-Kimmeridgiano)
-  40 - Formazione di Sogno (Toarciano-Baiociano Inf.)

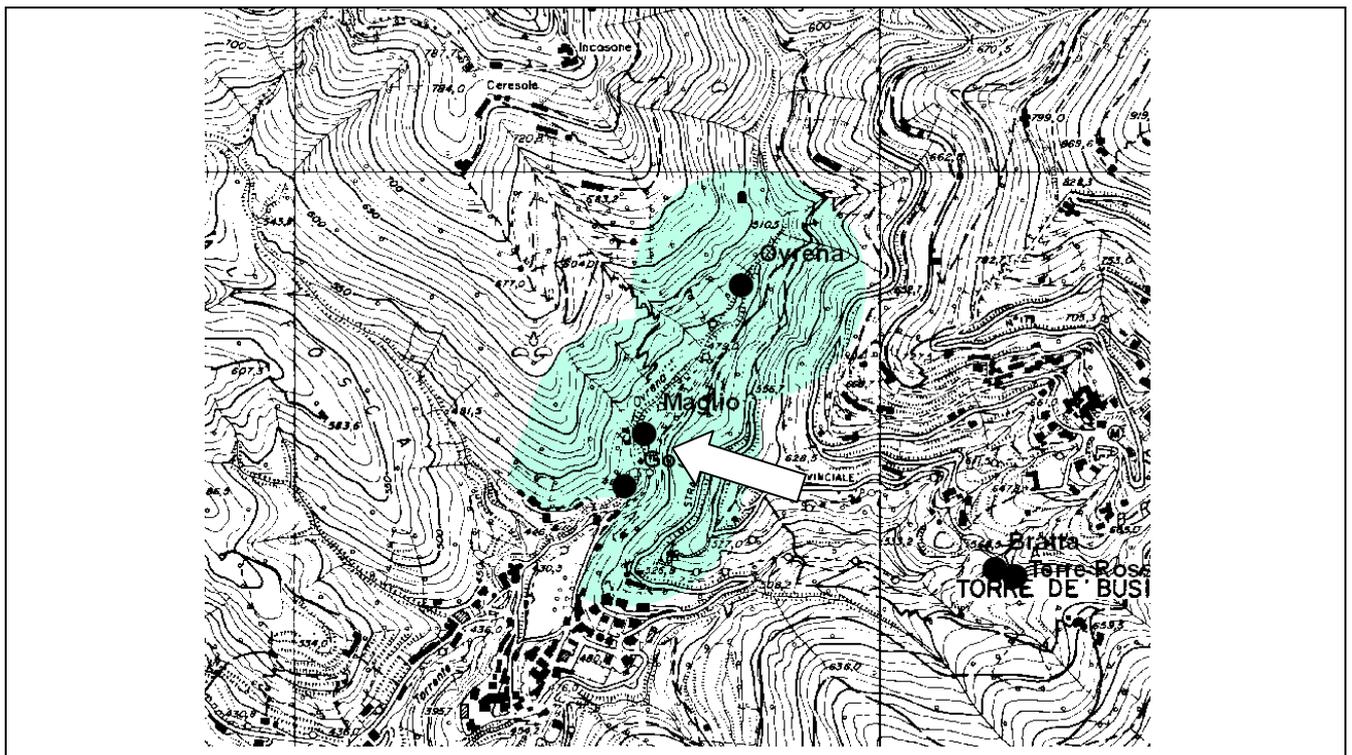
#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI



#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

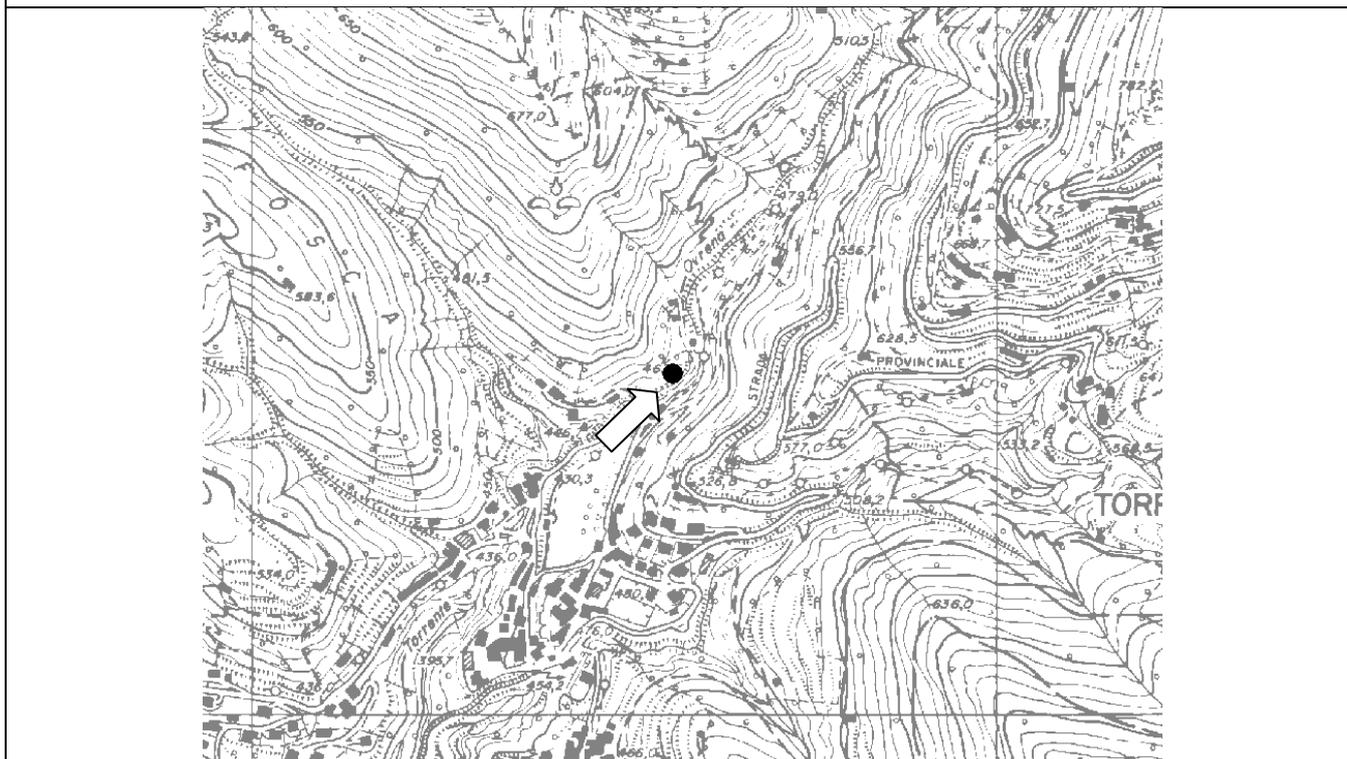
geometrico	D.G.R. n. 22338 del 20/11/2002	idrogeologico	
------------	--------------------------------	---------------	--



## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/11

n° di riferimento e denominazione	5/11 Gosa	
Località	Via Torre – Mulino di Beltrame	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B5e1	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine	5069463
	Longitudine	1537582
Quota (m s.l.m.)	462	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



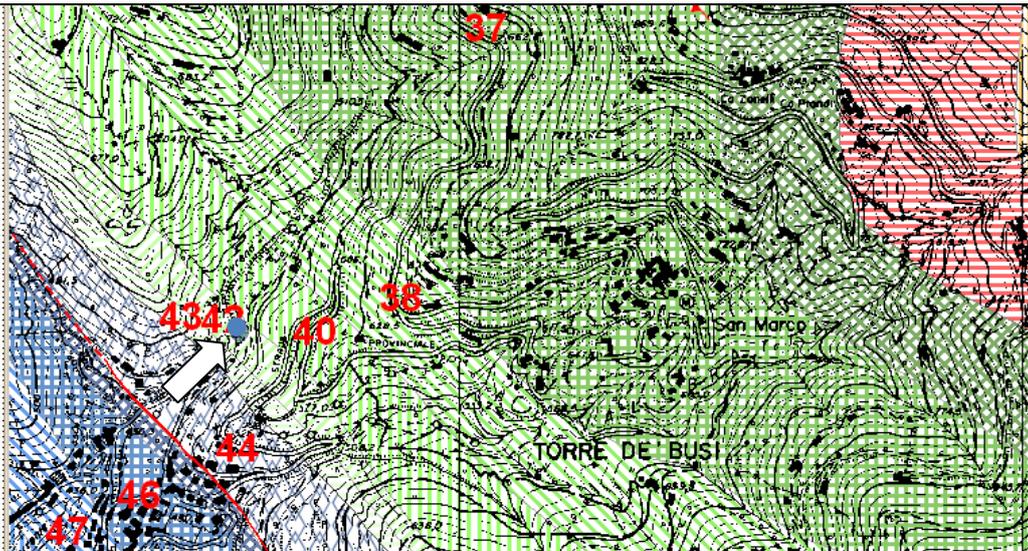
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	x
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	potabile
Portata utilizzata mc/a	94608
Utilizzatore	acquedotto

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



Coperture Giurassiche

-  43 - Rosso ad Aptici (Kimmeridgiano-Titoniano)
-  42 - Radiolariti (Batoniano Sup.-Kimmeridgiano)
-  40 - Formazione di Sogno (Toarciano-Baiociano Inf.)

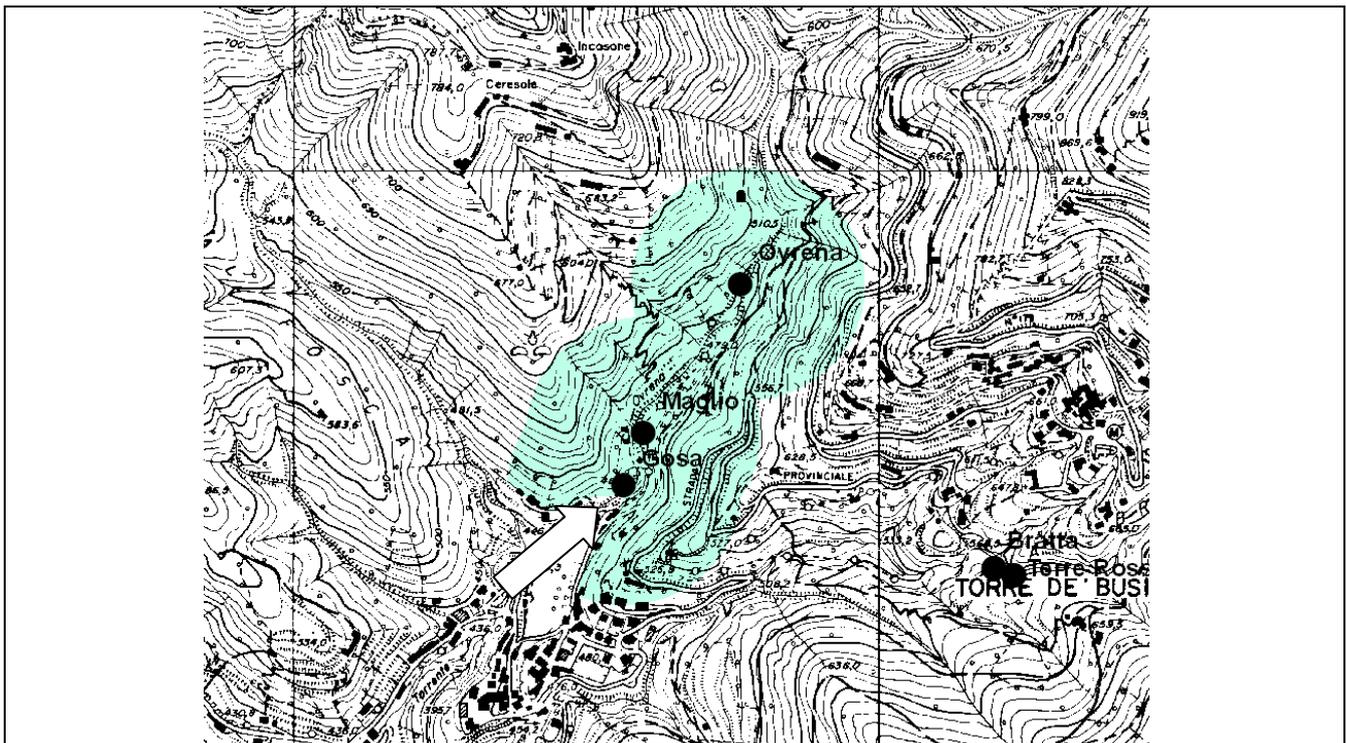
#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI



#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

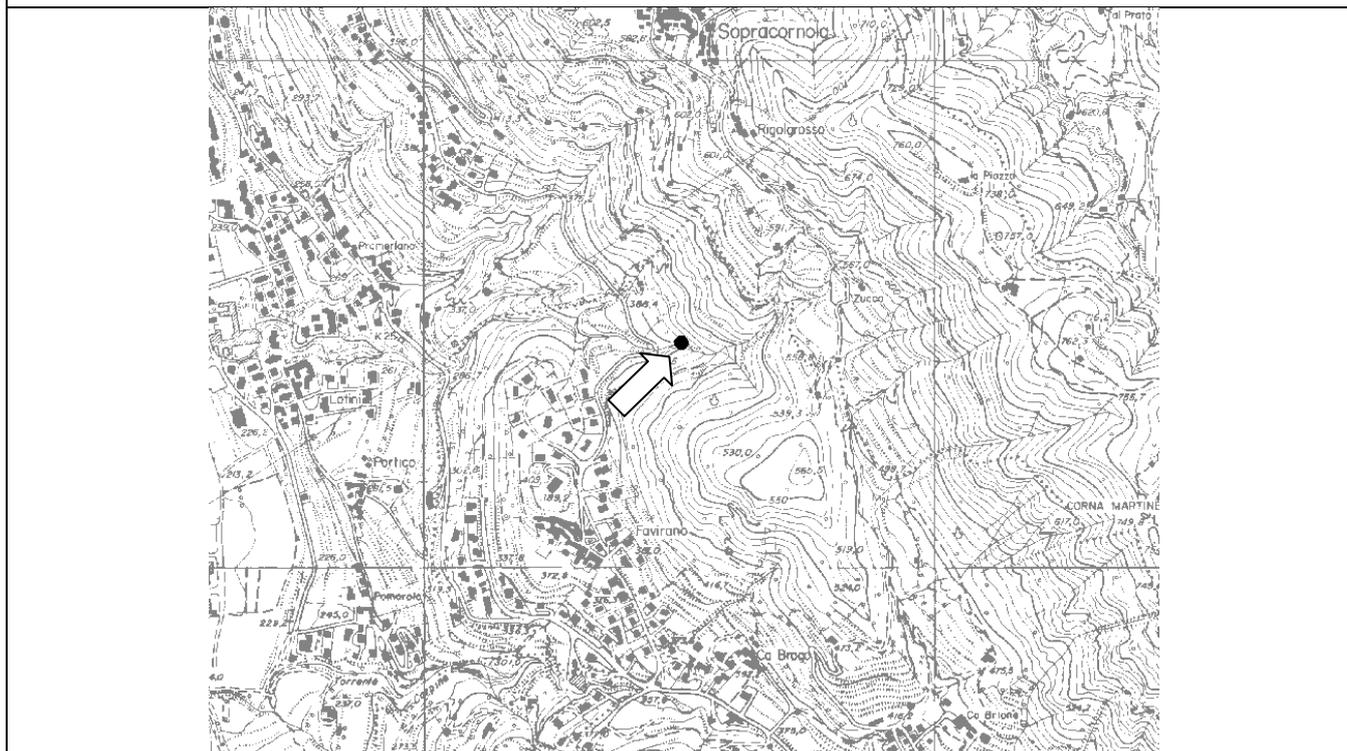
geometrico	D.G.R. n. 22338 del 20/11/2002	idrogeologico	
------------	--------------------------------	---------------	--



## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/12

n° di riferimento e denominazione	5/12 Favirano	
Località	Valle del Brugaro - Favirano	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B5e1	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine 5070444	Longitudine 1535501
Quota (m s.l.m.)	403	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



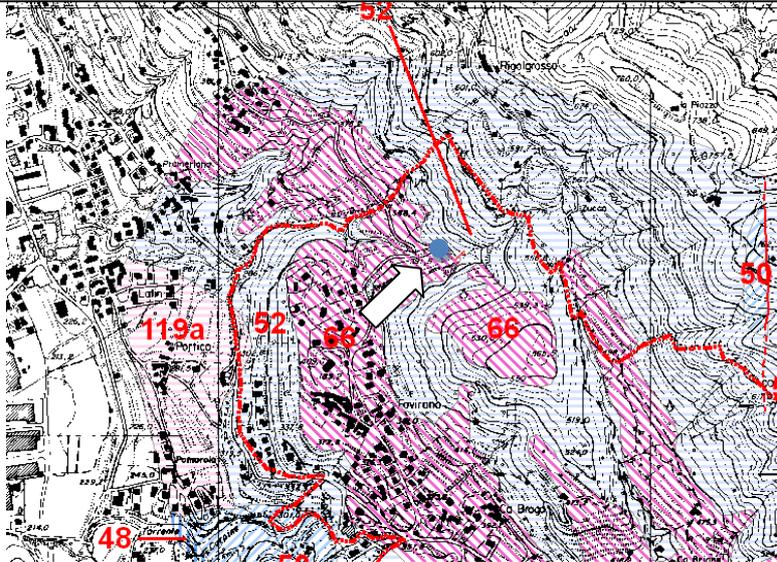
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	x
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	
Portata utilizzata mc/a	437,04
Utilizzatore	pubblico

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



#### Legenda

-  Confini
- Depositi Quaternari e Neogenici
-  66 - Unità di Cantù (Pleistocene Sup.)
- Coperture Cretaciche
-  50 - Peliti Rosse (Turoniano Inf.-Medio)

#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI

--

#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

##### CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

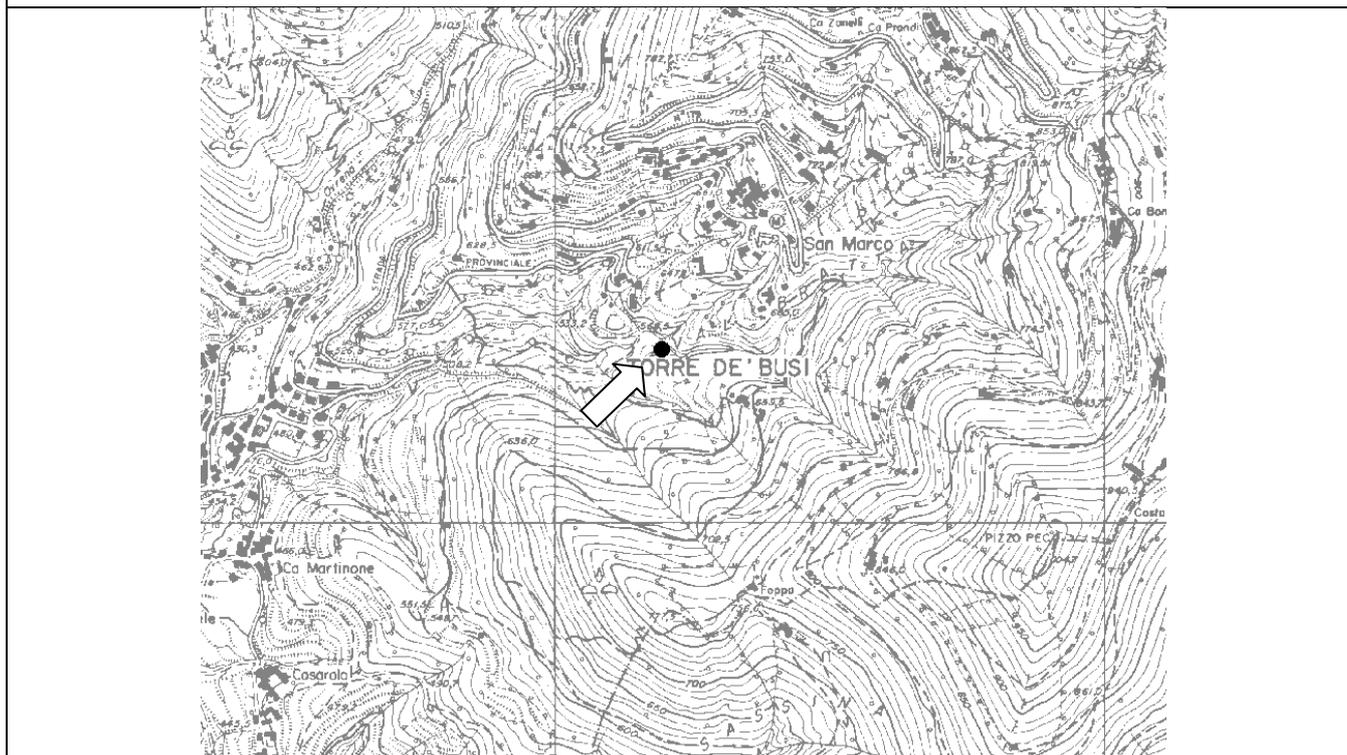
geometrico		idrogeologico	
------------	--	---------------	--

--

## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/14

n° di riferimento e denominazione	5/14 Bratta	
Località	Valle Bratta – località Ronchi	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B5e1	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine 5069359	Longitudine 1538008
Quota (m s.l.m.)	537	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



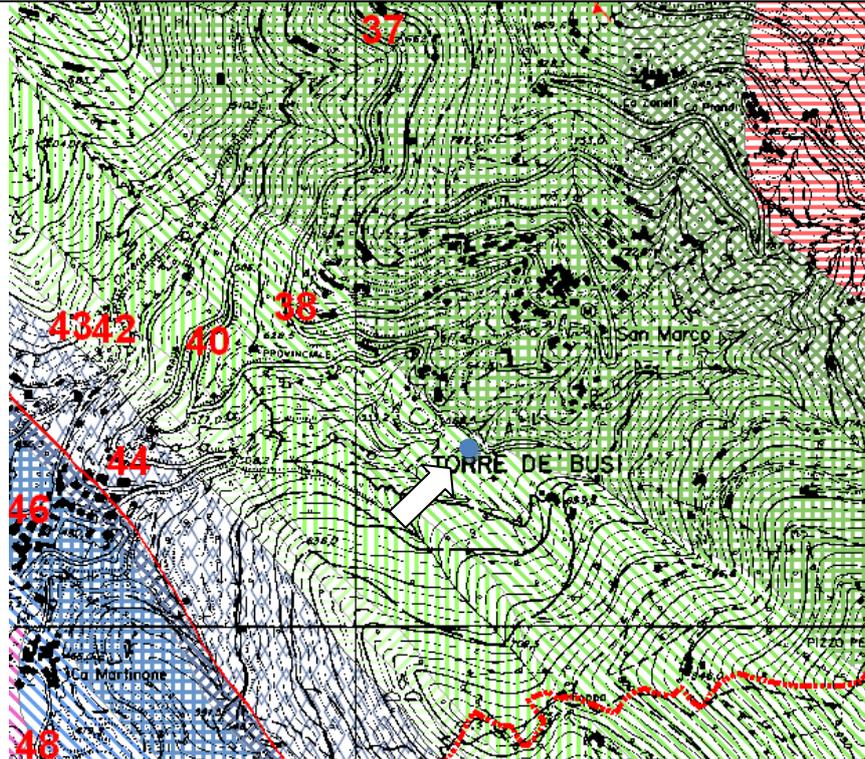
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	x
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	
Portata utilizzata mc/a	18921,6
Utilizzatore	acquedotto

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



Coperture Giurassiche

-  43 - Rosso ad Aptici (Kimmeridgiano-Titoniano)
-  42 - Radiolariti (Batoniano Sup.- Kimmeridgiano)
-  40 - Formazione di Sogno (Toarciano-Baiociano Inf.)
-  38 - Calcere di Domaro (Pliensbachiano)
-  37 - Calcere di Moltrasio (Sinemuriano-Pliensbachiano)

#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI

--

#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

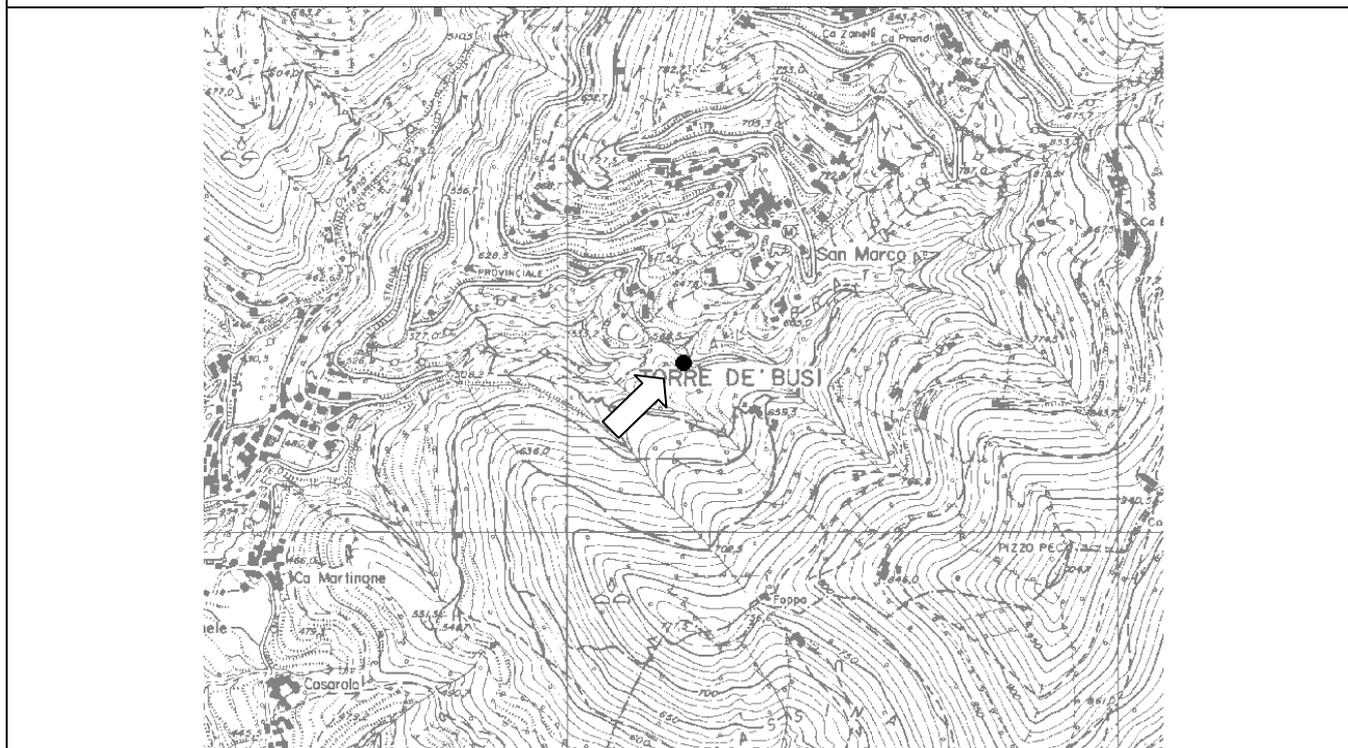
geometrico		idrogeologico	
------------	--	---------------	--

--

## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/15

n° di riferimento e denominazione	5/15 Terre Rosse	
Località	Valle Bratta – località Bratta	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B5e1	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine 5069303	Longitudine 1538230
Quota (m da p.c.)	537	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



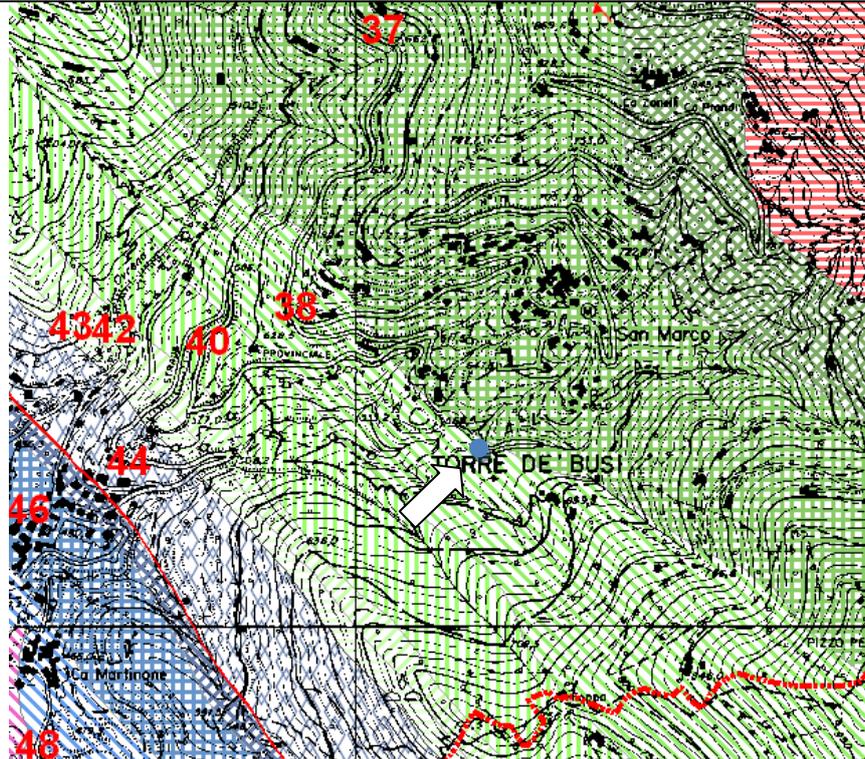
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	x
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	x
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	x
Non captata	

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	
Portata utilizzata mc/a	
Utilizzatore	acquedotto

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



Coperture Giurassiche

-  43 - Rosso ad Aptici (Kimmeridgiano-Titoniano)
-  42 - Radiolariti (Batoniano Sup.-Kimmeridgiano)
-  40 - Formazione di Sogno (Toarciano-Baiociano Inf.)
-  38 - Calcare di Domaro (Pliensbachiano)
-  37 - Calcare di Moltrasio (Sinemuriano-Pliensbachiano)

#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI

--

#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

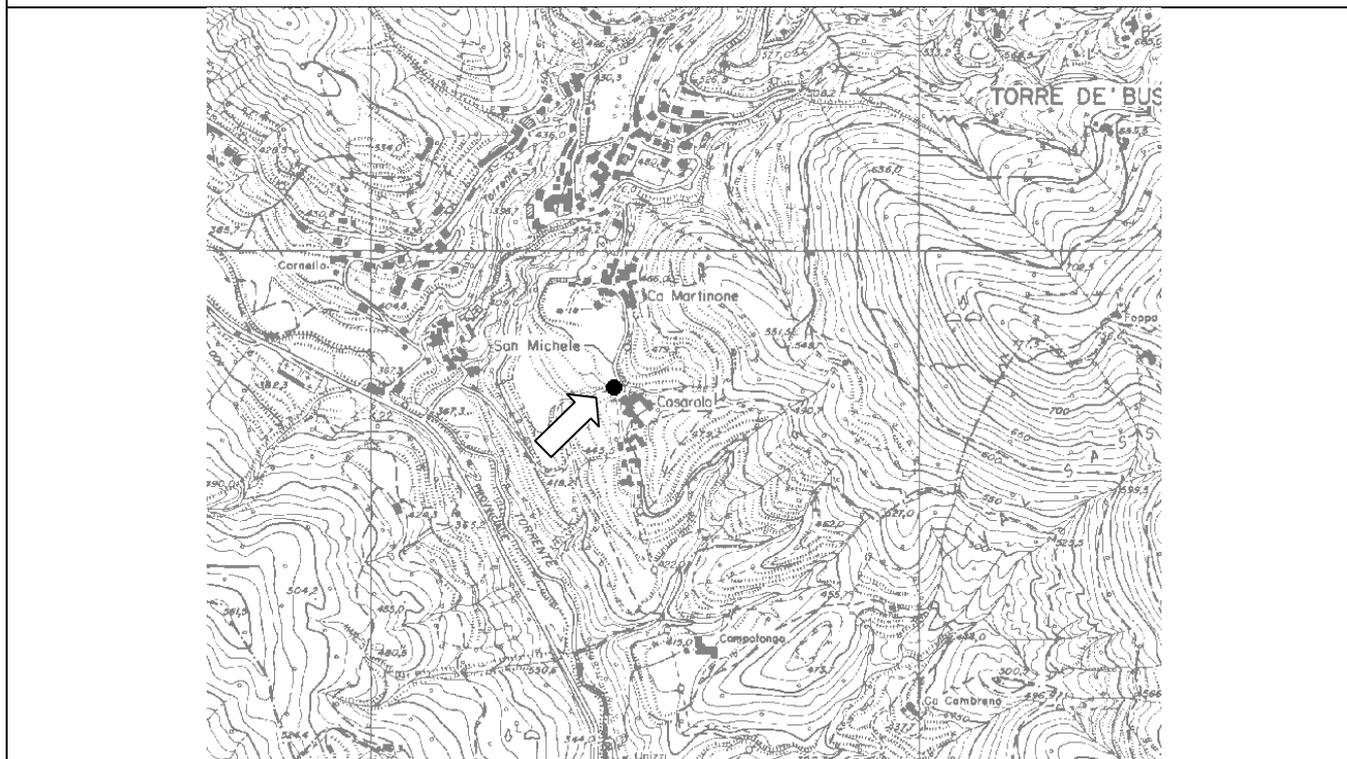
geometrico		idrogeologico	
------------	--	---------------	--

--

## 1 - DATI IDENTIFICATIVI - SORGENTE 5/16

n° di riferimento e denominazione	5/16 Casarola	
Località	Casarola	
Comune	Torre de' Busi	
Provincia	Lecco	
Sezione CTR	B5e1	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine 5068743	Longitudine 1537445
Quota (m s.l.m.)	443	

### UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)



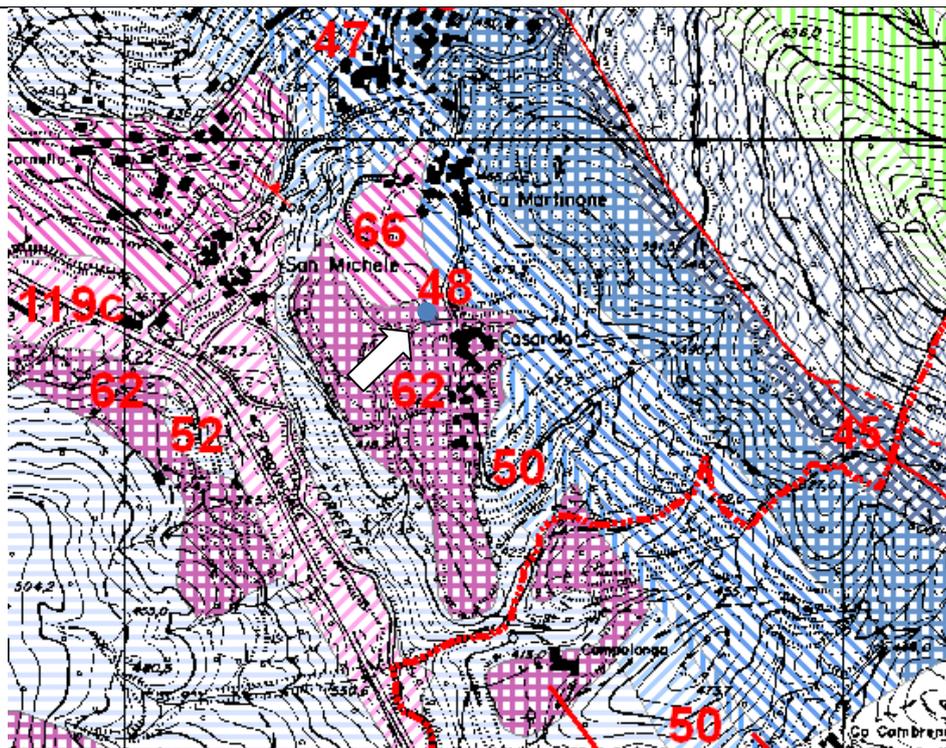
## 2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	x
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	
Secca stagionalmente	x
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	
Non captata	x

## 3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	
Portata utilizzata mc/a	315,36
Utilizzatore	pubblica

#### 4 – QUADRO GEOLOGICO



#### Legenda

-  Confini
- Depositi Quaternari e Neogenici
-  66 - Unità di Cantù (Pleistocene Sup.)
-  62 - Unità della Colma (Pleistocene Inf.-Sup.)
- Coperture Cretaciche
-  52 - Flysch di Pontida (Turoniano Medio-Sup.)
-  50 - Peliti Rosse (Turoniano Inf.-Medio)
-  48 - Peliti Nere Superiori (Cenomaniano Sup.-Turoniano Inf.)
-  47 - "Unità Cenomaniane" (Cenomaniano)

#### 5 - DATI CHIMICO-FISICI

--

#### 6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

##### CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)

geometrico		idrogeologico	
------------	--	---------------	--

--