

STUDI DI GEOLOGIA APPLICATA

Geoliatecnica

Dott. Geol. Alberto Manella

Geologia ambientale

Idrogeologia

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

L.R.24/11/1997,n.41 - D.G.R.15/01/1999,n.6/40996 - D.G.R.29/10/2001,n.7/6645

Provincia di Bergamo



COMUNE DI ENDINE GAIANO

RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

Novembre 2003

Dott. Geol. Alberto Manella

INDICE

1 – PREMESSA	Pag.	3
2 – PROCEDURA DI STUDIO	»	4
2.1 – Fase di analisi	»	4
2.2 – Fase di sintesi	»	5
2.3 – Fase propositiva	»	5
3 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	»	6
3.1 – Posizione geografica	»	6
3.2 – Conformazione idrologica ed idrografica	»	6
4 – ASPETTI CLIMATICI	»	8
4.1 – Precipitazioni	»	8
4.2 – Radiazione solare e temperatura	»	9
4.3 – Umidità e pressione atmosferica	»	10
4.4 – Evapotraspirazione	»	10
5 – CARATTERI GEOLOGICI E STRUTTURALI	»	11
5.1 – Litologia del substrato roccioso	»	11
5.1.1 – Dolomia Principale	»	12
5.1.2 – Calcare di Zorzino	»	12
5.1.3 – Argillite di Riva di Solto	»	12
5.1.4 – Calcare di Zu	»	13
5.1.5 – Dolomia a Conchodon	»	13
5.1.6 – Calcare di Sedrina	»	14
5.1.7 – Calcare di Moltrasio	»	14
5.1.8 – Corpi subvulcanici e filoniani	»	14
5.2 – Assetto strutturale del substrato roccioso	»	15
5.3 – Depositi quaternari di copertura superficiale	»	16
5.3.1 – Unità Postglaciale	»	17
5.3.2 – Complesso dell’Oglio	»	17
6 – CONFORMAZIONE GEOMORFOLOGICA	»	19
6.1 – Morfologia di gravitativa versante	»	19
6.2 – Morfologia strutturale	»	21
6.3 – Morfologia fluviale	»	22
6.4 – Morfologia glaciale	»	23
6.5 – Morfologia carsica	»	23
6.6 – Morfologia antropica	»	24
6.7 – Elementi litologici	»	24
7 – ASSETTO IDROLOGICO, IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO	»	26
7.1 – Idrologia ed idrografia	»	26
7.1.1 – Valle di Palate	»	26

7.1.2 – Valle del Ferro	Pag. 27
7.1.3 – Valle dei Fondi	» 27
7.1.4 – Torrente Oneto.....	» 28
7.1.5 – Lago di Endine e Lago di Gaiano	» 28
7.1.6 – Analisi morfometrica e classificazione dei torrenti	» 29
7.1.7 – Stato di fatto delle conoidi alluvionali	» 29
7.1.8 – Calcolo delle portate di massima piena	» 31
7.1.9 – Verifiche idrauliche	» 33
7.2 – Idrogeologia	» 34
7.2.1 – Struttura idrogeologica del sottosuolo	» 34
7.2.2 – Piezometria della falda di fondovalle	» 36
7.2.3 – Caratteristiche delle falde idriche sotterranee nel substrato roccioso ...	» 36
7.2.4 – Sorgenti	» 37
7.2.5 – Vulnerabilità degli acquiferi	» 37
8 – VINCOLI AMBIENTALI	» 39
8.1 – Vincolo idrogeologico R.D. 30/12/1923, n. 3267	» 39
8.2 – Vincolo D.Lgs. 18/08/2000, n. 258	» 39
8.3 – Vincolo D.P.R. 10/09/1990, n. 285	» 40
8.4 – Vincolo legge 08/08/1985, n. 431	» 40
8.5 – Vincolo legge 29/06/1939, n. 1497	» 40
8.6 – Vincoli PAI	» 40
8.7 – Vincolo del polo estrattivo AP7c	» 41
9 – VALUTAZIONI DI SINTESI	» 42
9.1 – Instabilità dei versanti	» 42
9.2 – Vulnerabilità idrogeologica	» 43
9.3 – Vulnerabilità idraulica	» 44
9.4 – Proprietà geotecniche del sottosuolo	» 45
9.5 – Interventi in aree di dissesto	» 46
9.6 – Aree di interesse scientifico-naturalistico	» 47
9.7 – Indagini geognostiche	» 47
10 – FATTIBILITA' GEOLOGICA ED AZIONI DI PIANO	» 48
10.1 – Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni	» 48
10.2 – Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni	» 49
10.2.1 – Interventi privi di rischio di inquinamento delle acque sotterranee	» 49
10.2.2 – Interventi connessi al rischio di inquinamento delle acque sotterranee	» 50
10.3 – Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni	» 50
10.3.1 – Zona di fondovalle	» 50
10.3.2 – Zona di versante	» 51
10.4 – Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni	» 53
11 – BIBLIOGRAFIA	» 55

1 - PREMESSA

La componente geologica riveste un'importanza determinante nell'ambito degli studi e delle indagini finalizzati alla pianificazione territoriale, che prevede la suddivisione di alcune aree in particelle omogenee con specifiche destinazioni urbanistiche. La valutazione degli elementi di connotazione del paesaggio e l'analisi dettagliata dei fenomeni naturali, che originano l'equilibrio dinamico dell'ambiente, conducono alla scelta di interventi antropici capaci di garantire la tutela del complesso sistema ambientale territoriale e di minimizzare gli effetti negativi dell'urbanizzazione nei confronti del patrimonio paesistico collettivo.

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Endine Gaiano è stato predisposto lo studio geologico di tutto il territorio nell'intento di acquisire la conoscenza dei fattori fisici e naturali che concorrono, opportunamente analizzati ed interpretati, alla definizione dei criteri di selezione delle trasformazioni da operare, coniugando le esigenze pratiche di fruizione dell'ambiente con il rispetto delle peculiarità paesaggistiche del comparto in esame.

Le modalità d'indagine geologica e le tecniche impiegate per la realizzazione della documentazione tecnica sono riferite ai criteri ed agli indirizzi stabiliti dalla Regione Lombardia attraverso le seguenti delibere: D.G.R. 15-01-1999, n. 6/40996 e D.G.R. 29-10-2001, n. 7/6645. Tali provvedimenti sono stati adottati in relazione a quanto disposto dalla Legge Regionale 24-11-1997, n. 41, che prevede l'obbligatorietà per i Comuni di verificare la compatibilità delle previsioni urbanistiche con le condizioni di rischio geologico, idrogeologico e sismico del proprio territorio. Sono state inoltre tenute in considerazione le direttive e le norme contenute nel Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Po, adottate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione 26-04-2001, n. 18.

Nella redazione della cartografia geologica di inquadramento sono state impiegate la simbologia e la nomenclatura geologica stabilite, utilizzando i colori proposti; tuttavia in alcuni casi sono state apportate piccole modifiche volte a migliorare la chiarezza dei documenti cartografici, ove la sovrapposizione di molti simboli e colori ha richiesto la variazione degli standard di riferimento per consentirne una facile lettura.

L'insieme della documentazione tecnica prodotta ha fornito un quadro esaustivo delle peculiarità geologiche che caratterizzano il territorio, favorendo mediante l'intersezione dei dati raccolti la scelta circostanziata più adeguata alla vocazione dei siti sui quali operare gli interventi di urbanizzazione.

Ad ogni buon conto si precisa che il lavoro svolto non ha lo scopo di affrontare singoli problemi geologico-tecnici ed idrogeologici, né solleva l'Amministrazione ed il privato cittadino dall'assolvere gli obblighi derivanti da specifiche normative di legge concernenti il settore edilizio, geotecnico e/o ambientale.

2 – PROCEDURA DI STUDIO

L'obiettivo della creazione di un sistema di informazioni finalizzate alla pianificazione territoriale è stato raggiunto operando in tre fasi di lavoro, articolate secondo una tempistica dettata dalla progressiva e graduale comprensione delle realtà ambientali che caratterizzano l'apparato paesaggistico.

2.1 – FASE DI ANALISI

In questa fase è stata effettuata una raccolta di **dati storici e bibliografici**, integrata con i rilevamenti diretti eseguiti sul terreno; le operazioni predisposte sono state le seguenti:

- ? raccolta di informazioni storiche presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale e della Direzione Generale Territorio ed Urbanistica della Regione Lombardia;
- ? consultazione di bibliografia geologica e geologico-tecnica presso la Direzione Generale Territorio ed Urbanistica della Regione Lombardia, lo Ster di Bergamo (ex Genio Civile), la Provincia di Bergamo e la Comunità Montana Valle Cavallina;
- ? raccolta di dati climatici;
- ? analisi di fotografie aeree con individuazione dei principali lineamenti strutturali e geomorfologici;
- ? rilevamento geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico-tecnico, con acquisizione di dati di campagna.

L'elaborazione critica delle informazioni raccolte ha permesso di realizzare la cartografia di inquadramento sull'intera estensione territoriale così suddivisa:

Documento cartografico	Scala
Carta Geologico-Strutturale	1:10.000
Carta Geomorfologica	1:10.000
Carta Idrogeologica	1:10.000

La Carta Geologico-Strutturale è stata inoltre corredata anche di una sezione geologica, che rappresenta la distribuzione delle varie formazioni lapidee, la geometria della stratificazione e la localizzazione dei depositi di copertura superficiale.

2.2 – FASE DI SINTESI

Le risultanze tecniche della fase analitica sono state criticamente esaminate ed opportunamente interpretate in modo da fornire un quadro sintetico dell'assetto geologico ed idrogeologico del sito indagato. Inoltre l'incrocio dei dati a disposizione e l'esame dei vincoli ambientali presenti ha configurato lo scenario di rischio ed il profilo geologico-ambientale del territorio entro cui si inseriscono gli interventi di antropizzazione. In questa fase sono stati prodotti due documenti cartografici estesi a tutto il confine comunale: la **Carta dei Vincoli** e la **Carta di Sintesi** in scala 1:10.000. Quest'ultima contiene la suddivisione del territorio in aree omogenee secondo la presenza di fattori limitanti dal punto di vista geologico, evidenziando, mediante il tracciamento di poligoni chiusi, differenti ambiti di pericolosità e vulnerabilità desunti dalle carte di inquadramento; contrariamente a quanto previsto dalle direttive non è stata utilizzata la scala 1:5.000 in quanto il Comune di Endine non dispone di una cartografia aggiornata sull'intero territorio e l'ingrandimento della CTR non produrrebbe un effettivo incremento di informazioni topografiche.

2.3 – FASE PROPOSITIVA

L'operazione conclusiva dell'indagine geologica è stata svolta mediante la creazione della **Carta di fattibilità e delle azioni di piano**, costruita in scala 1:2.000 sulle aree di espansione indicate dall'Amministrazione Comunale e 1:10.000 su tutto il territorio. Tale documento rappresenta senz'ombra di dubbio lo strumento principe della pianificazione urbanistica, in quanto contiene la zonazione del territorio secondo classi a diverso grado di penalizzazione ai fini edificatori. Le limitazioni riportate sono state definite in relazione a tutti i fattori fisici e geologici che compongono l'ambiente naturale, delineando fasce omogenee di territorio caratterizzato dalle medesime condizioni di pericolosità e rischio idrogeologico, in relazione alle indicazioni riportate nella Carta di Sintesi.

La cartografia di inquadramento e quella appartenente alla fase di sintesi è stata redatta impiegando la topografia contenuta nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, mentre la cartografia relativa alla fase propositiva è stata predisposta sulla base del rilievo fotogrammetrico in scala 1:2.000, messo a disposizione dall'Amministrazione Comunale. Si segnala che a causa dell'assetto morfologico del territorio rilevato, della fitta macchia boschiva che occupa i versanti naturali e dell'intensa urbanizzazione delle zone residenziali la localizzazione di alcuni limiti geologici e di qualche elemento geomorfologico è stata desunta attraverso l'interpretazione strutturale e geometrica, dando continuità ai corpi geologici ed alle forme naturali osservati in dettaglio su aree tipiche di affioramento.

3 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Endine Gaiano è situato in Valle Cavallina all'estremità orientale delle Prealpi Bergamasche a quote comprese fra 335 e 1381 m s.l.m., a pochi chilometri dal confine della Provincia di Brescia. E' attraversato interamente dalla Strada Statale n. 42, che conduce verso la Valle Camonica. Il centro abitato ed i nuclei circostanti, distribuiti lungo i versanti collinari e nelle varie frazioni, raggruppano un numero complessivo di 3100 abitanti (dato fornito dall'anagrafe al 20-10-2001).

3.1 – POSIZIONE GEOGRAFICA

La forma del confine comunale descrive sommariamente un'ellisse irregolare allungata in direzione NE-SW con diagonale maggiore pari a circa 6.9 km, diagonale minore di 3.5 km ed estensione areale di 20.88 km².

Il territorio comunale confina con i comuni di Ranzanico, Gandino, Sovere, Solto Collina, Fonteno e Monasterolo del Castello. La distanza in linea d'aria dai principali centri del settore geografico in cui risulta inserito è di circa 25 km da Bergamo, 16 km da Trescore Balneario e 9 km da Lovere (fig. 1).

3.2 – CONFORMAZIONE IDROLOGICA ED OROGRAFICA

Il confine comunale percorre interamente, ad eccezione di una porzione della parte orientale e meridionale, il crinale montuoso che delimita il bacino idrografico del fiume Cherio; la valle, interessata dalla presenza del bacino lacustre di Endine e di Gaiano, è solcata da numerosi torrenti che svolgendo la loro azione erosiva lungo i versanti hanno determinato una tipica morfologia fluviale, caratterizzata dall'alternanza spesso sinuosa di avvallamenti e creste montuose.

Le principali valli solcate dalle ramificazioni torrentizie sono le seguenti:

- 1) Valle di Palate - lunghezza asta torrentizia = 2.67 km
- 2) Valle del Ferro - lunghezza asta torrentizia = 2.31 km
- 3) Valle dei Fondi - lunghezza asta torrentizia = 2.53 km
- 4) Valle di Pura - lunghezza asta torrentizia = 0.77 km

In comunanza con altri territori adiacenti Endine Gaiano condivide molte cime montuose, alcune delle quali di importanza regionale sia dal punto di vista orografico che da quello geologico; le principali cime sono le seguenti:

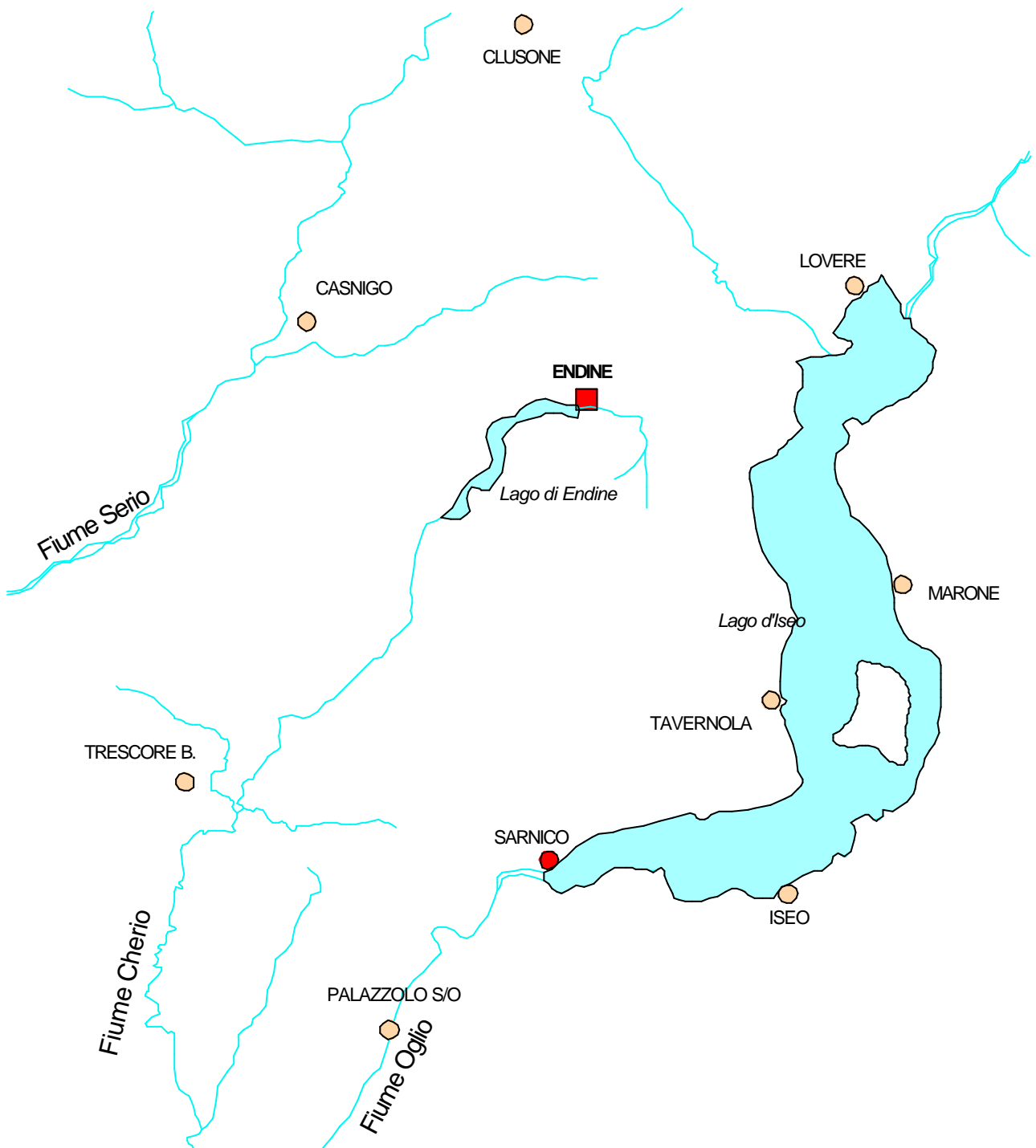
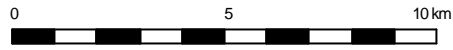
COMUNE DI ENDINE GAIANO

FIG. 1

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

SCALA GRAFICA



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

- ? Monte Grione (1380.7 m)
- ? Monte Sicolo (1272.7 m)
- ? Monte Torrezzo (1378.3 m)

Nel complesso la localizzazione geografica e la conformazione morfologica consentono di classificare il territorio di Endine Gaiano come area collinare e montana di media quota altimetrica.

4 – ASPETTI CLIMATICI

Il clima è l'insieme degli elementi meteorologici e dei loro effetti che si combinano in modo caratteristico per una certa area geografica durante il corso dell'anno, conferendo un'impronta distintiva al contesto ambientale del territorio.

L'importanza della valutazione delle tipicità climatiche di una zona deriva dal fatto che il clima è in grado di condizionare fortemente l'evoluzione morfodinamica del paesaggio naturale, provocando la formazione di innumerevoli morfologie connesse con i vari elementi meteorologici; inoltre l'analisi dello stato di funzionamento della rete idrografica oltre che delle opere di captazione e smaltimento delle acque non può prescindere dagli aspetti climatici dell'area di localizzazione degli elementi fisici naturali ed artificiali.

In sostanza è chiaro che l'analisi dettagliata del clima risulta di prioritario valore in quanto legata a molteplici risvolti tecnici che consentono di effettuare interpretazioni e scelte di ordine applicativo e pianificatorio, con significative conseguenze sugli interventi puntuali di edificazione ed antropizzazione.

L'esame delle caratteristiche climatiche del territorio di Endine Gaiano è stato eseguito attraverso la raccolta di dati disponibili presso le stazioni meteorologiche, dove si registrano con relativa continuità le variazioni degli elementi del clima. La scelta delle stazioni di riferimento è stata dettata dalla distanza, dalla fisiografia dei centri di rilevazione e dalla disponibilità di un buon intervallo temporale di osservazioni, così da ottenere indicazioni il più possibile fedeli alla zona d'indagine.

4.1 – PRECIPITAZIONI

L'area di Endine è servita da una stazione meteo climatica, situata alla quota altimetrica di 400 m s.l.m.; le misurazioni sono disponibili presso il Servizio Idrografico Italiano del Ministero dei Lavori Pubblici nel periodo compreso fra il 1921 ed il 1983, con riferimento alla pioggia media mensile, alla pioggia media annuale ed alla numero di giorni piovosi.

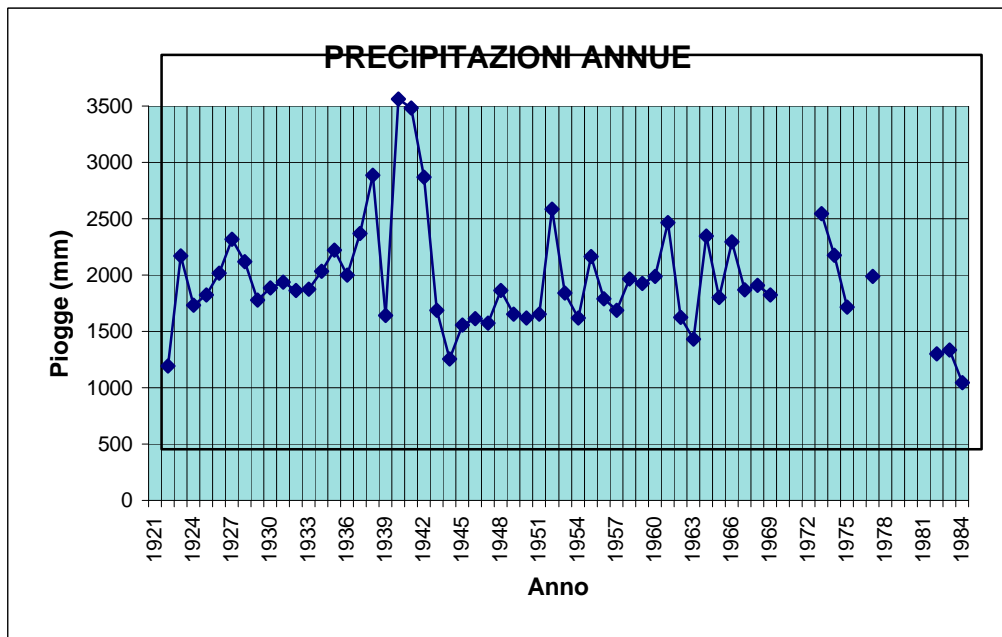
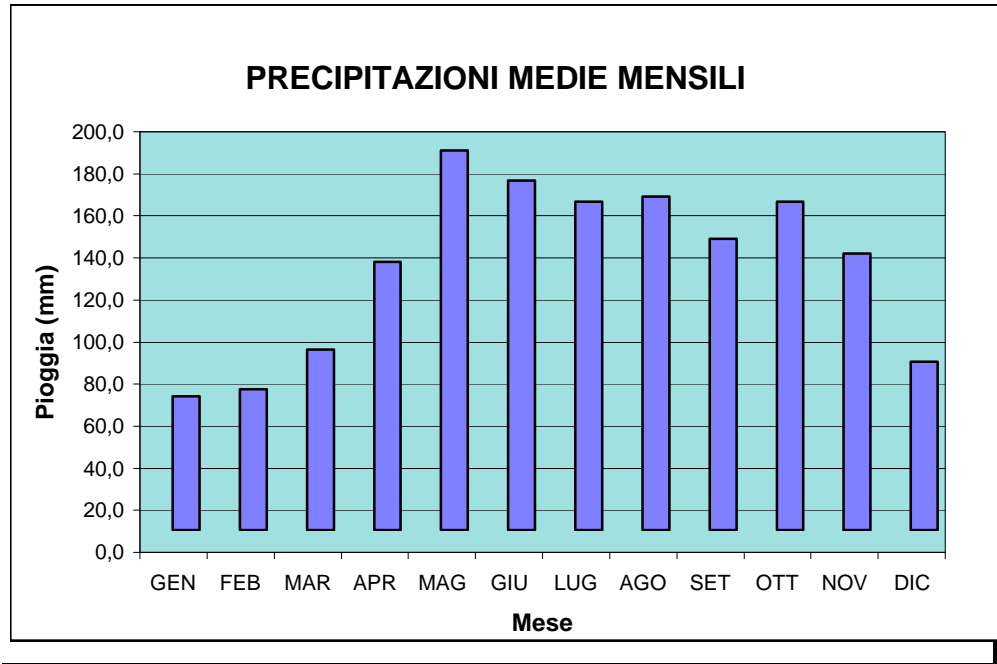
Nonostante la mancanza di dati recenti gli elementi acquisiti consentono di effettuare un inquadramento di massima del regime pluviometrico della zona; l'elaborazione dei parametri climatici raccolti ha consentito di ricostruire i diagrammi contenuti nella fig. 2 e sintetizzati nella seguente tabella:

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

PRECIPITAZIONI

Stazione pluviografica di Endine (1921-1983)



Intervallo temporale (anni)	Media annuale (mm)	Giorni piovosi (-)
1921-1930	1442,4	100
1921-1940	1690,4	99
1921-1950	1553,7	96
1921-1960	1552,6	102
1921-1970	1532,7	103
1921-1980	1541,7	103
1921-1983	1516,6	103

Precipitazione massima annuale registrata = 3109,0 mm
Anni di osservazione = 57
Periodo di osservazione = 1921-1983

L'esame dei diagrammi e della tabella sopra riportata indicano chiaramente un regime pluviometrico tipico delle aree collinari e montane di zona lacustre, con eventi meteorici globali nettamente superiori ai settori pianeggianti, ma ancora inferiori rispetto alle aree tipicamente montane.

4.2 – RADIAZIONE SOLARE E TEMPERATURA

Gli altri parametri che caratterizzano il clima assieme alla precipitazione sono stati desunti dalla stazione meteorologica più vicina, situata presso **Ranzanico**, a circa 10 km di distanza e funzionante per il solo periodo compreso fra il 1973 ed il 1978. Pertanto i dati ottenuti non si prestano ad attendibili valutazioni statistiche, ma costituiscono semplicemente una serie di osservazioni frammentarie di riferimento.

L'andamento dei grafici della radiazione solare e della temperatura contenuti nella fig. 3 descrivono una situazione tipica delle nostre latitudini: il picco d'intensità della radiazione solare si verifica con un certo margine di anticipo rispetto a quello della temperatura, per effetto della capacità termica del pianeta terrestre che continua ad accumulare calore anche quando l'altezza del sole inizia a diminuire.

Durante l'anno 1973 la temperatura minore è stata raggiunta nel mese di dicembre e gennaio, con circa 1°C-2°C, mentre i mesi più caldi sono risultati luglio ed agosto con temperature medie superiori a 20°C. La temperatura media annua si attesta all'incirca sugli 11°C, in sostanziale accordo con i valori delle aree di media montagna.

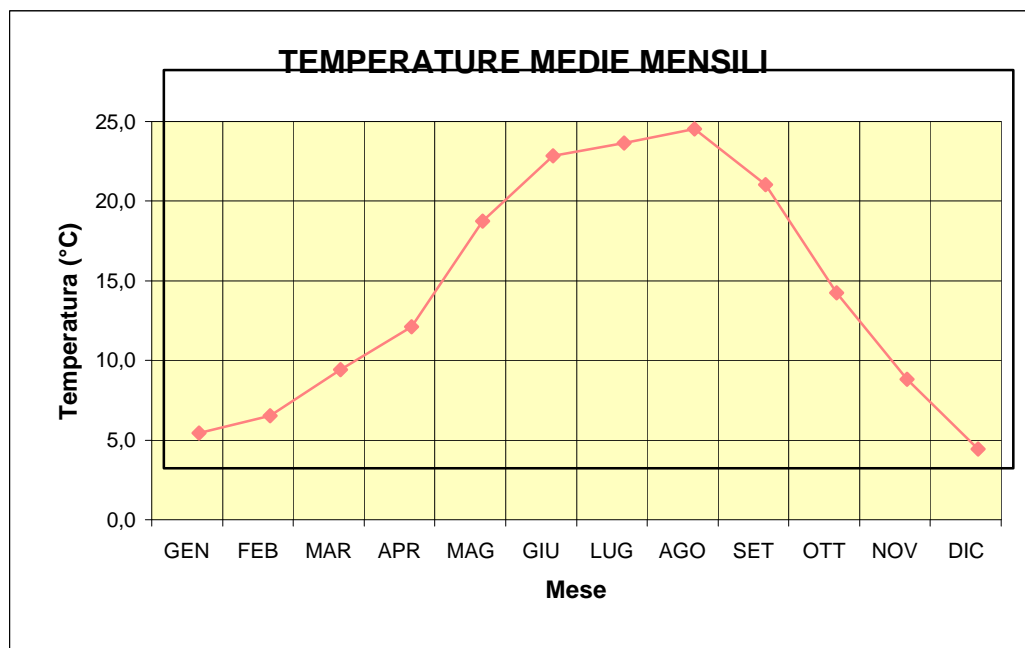
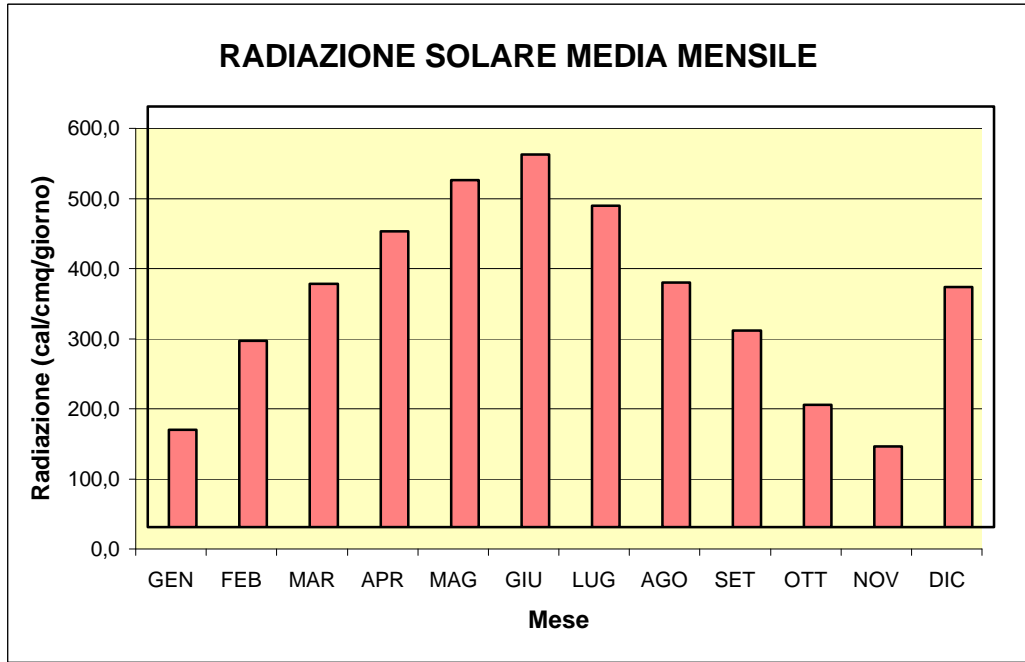
Per quanto attiene alla radiazione solare il valore più elevato registrato nel mese di giugno è risultato pari a 531.7 cal/cm²/giorno, mentre il valore più basso corrisponde al mese di novembre con 114.7 cal/cm²/giorno.

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

RADIAZIONE SOLARE E TEMPERATURE

Stazione pluviografica di Ranzanico (1973)



4.3 – UMIDITÀ E PRESSIONE ATMOSFERICA

Anche in questo caso i dati della stazione di Ranzanico appaiono frammentari, ma comunque significativi per una valutazione di massima. La fig. 4 contiene la rappresentazione dell'oscillazione dell'umidità relativa e della pressione.

Come si nota i valori più bassi dell'umidità si verificano in concomitanza con la stagione primaverile, connessa ad una frequente riduzione del contenuto d'acqua nell'atmosfera. La pressione invece mostra delle variazioni più irregolari, in quanto risulta estremamente suscettibile alle perturbazioni che si possono verificare durante tutto il corso dell'anno.

I valori estremi misurati sono i seguenti:

- ✍ pressione max = 735.7 mm (novembre)
- ✍ pressione min = 728.1 mm (febbraio)
- ✍ umidità max = 74.9 % (gennaio)
- ✍ umidità min = 51.9 % (aprile)

4.4 – EVAPOTRASPIRAZIONE

Tale parametro rappresenta la quantità d'acqua che da un lato ritorna all'atmosfera mediante l'evaporazione e dall'altro viene assorbita dalle piante mediante processi biologici. La valutazione numerica è stata eseguita attraverso la **formula di Turc**, che la lega alla temperatura ed alla precipitazione medie annue. Impiegando i dati a disposizione è stata ottenuta un'evapotraspirazione pari a 597 mm; la parte rimanente di acqua rispetto al totale della precipitazione media annua si infiltra nel sottosuolo e/o scorre superficialmente andando ad alimentare i corsi d'acqua.

L'evapotraspirazione viene impiegata talora per la valutazione delle condizioni di stabilità e di saturazione dei terreni, i quali risultano adatti a subire stati tensionali indotti da strutture antropiche quanto minore è la loro tendenza a trattenere l'umidità.

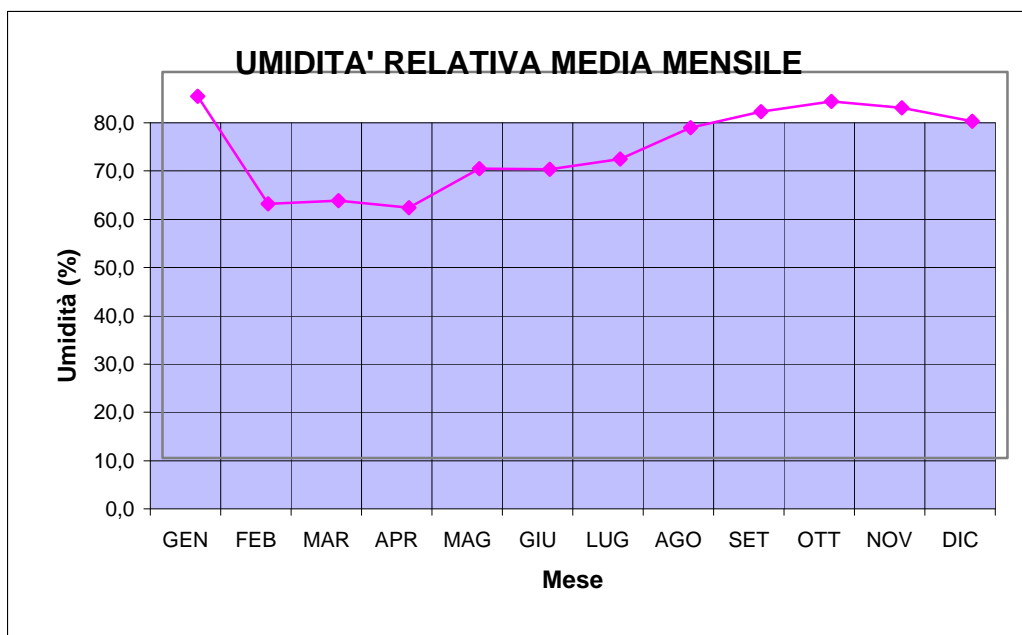
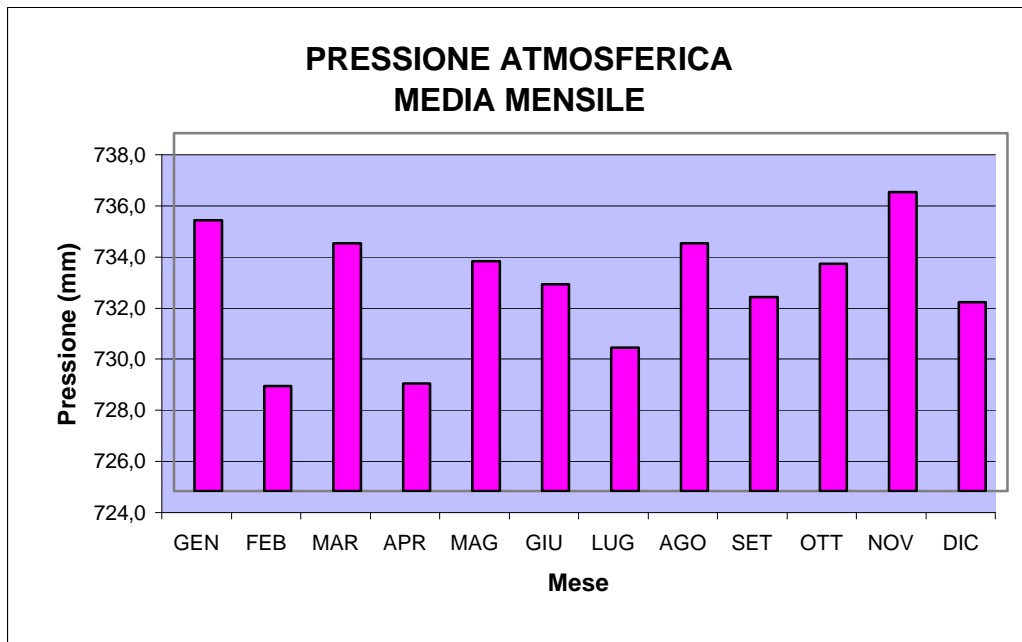
In conclusione l'analisi e l'elaborazione dei parametri climatici desunti dalle stazioni meteorologiche testimoniano che il territorio di Endine Gaiano è caratterizzato da un clima di tipo **temperato subcontinentale**, peculiare delle aree prealpine di media quota altimetrica.

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

PRESSIONE ATMOSFERICA ED UMIDITA'

Stazione pluviografica di Ranzanico (1973)



5 – CARATTERI GEOLOGICI E STRUTTURALI

L'insieme degli elementi geologici e strutturali dell'area di Endine Gaiano è stato rappresentato nella **Carta Geologico-Strutturale** (tav. 1) in scala 1:10.000, costruita mediante il rilevamento diretto sul terreno ed attraverso la raccolta di dati bibliografici riferiti a studi ed indagini precedenti.

Il territorio di Endine è situato nell'ambito del complesso strutturale denominato Sudalpino, nel quale sono raggruppate le formazioni rocciose posizionate a S della **linea insubrica**; quest'ultima rappresenta un importante elemento tettonico di congiunzione fra la Placca Africana e la Placca Europea, la cui collisione ha originato in fasi successive la Catena Alpina, generando pieghe e faglie in conseguenza dei fenomeni deformativi indotti dalle rilevanti spinte tettoniche. In corrispondenza del settore lombardo la linea insubrica si sviluppa lungo l'asse della Valtellina, provenendo dal Canavese e seguendo poi la direzione delle Valli Giudicarie.

Il dominio deposizionale a cui appartiene la zona di Endine corrisponde al **Bacino Lombardo**, delimitato alle estremità orientale ed occidentale da distintivi contesti strutturali. I fenomeni di sedimentazione e deformazione si sono succeduti secondo modalità connesse con l'evoluzione dell'ambiente marino, la cui profondità e conformazione morfologica ha determinato l'origine di formazioni rocciose individuate da peculiari proprietà litostratigrafiche. Pertanto l'esame accurato dei corpi geologici che costituiscono la serie stratigrafica del bacino consente di descrivere con relativa certezza la storia deposizionale e strutturale dell'area lombarda per un intervallo temporale di quasi 300 milioni di anni.

5.1 – LITOLOGIA DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

L'ambiente di deposizione delle unità rocciose cartografate risulta variabile in ragione delle differenti condizioni che hanno caratterizzato di volta in volta il Bacino Lombardo. Il Calcarea di Zu, il Calcarea di Zorzino e l'Argillite di Riva di Solto si differenziano dalle altre formazioni della zona di Endine per la presenza di sedimento terrigeno e strutture che indicano acque poco profonde e ricche di ossigeno, con proliferazione di fauna marina; nelle altre formazioni predomina invece la sedimentazione carbonatica in prevalenza tipica delle aree di piattaforma, la cui espansione ha avuto durante il Giurassico il suo culmine massimo.

Di seguito si descrivono in ordine di età decrescente le formazioni individuate e cartografate nella Carta Geologico-Strutturale.

5.1.1 - Dolomia Principale (Car. Sup.-Nor. Inf.)

E' costituita da dolomie, dolomie calcaree e calcari dolomitici grigi con stratificazione da massiva ad indistinta; alla base si rinvengono breccie calcareo-dolomitiche a cemento calcareo ricco di ossidi di ferro. Localmente sono presenti livelli fossiliferi di rilevante importanza, con diffuse laminazioni stromatolitiche planari e a duomo. Le rocce esposte all'azione degli agenti esogeni presentano in talune aree di affioramento significative manifestazioni di carsificazione ed alterazione chimica. Il limite inferiore della Dolomia Principale non è quasi mai osservabile ad Endine come nella maggior parte della Provincia di Bergamo, mentre il passaggio con le unità soprastanti del Calcarea di Zorzino e dell'Argillite di Riva di Solto avviene generalmente in continuità di sedimentazione; presso Endine il contatto si osserva solo con il Calcarea di Zorzino in corrispondenza di un sovrascorrimento d'importanza regionale. La Dolomia Principale, il cui spessore può raggiungere in questa zona valori prossimi a quasi 2 km, occupa l'estremità settentrionale del territorio comunale di Endine Gaiano, lungo il crinale che comprende il Monte Grione; molti affioramenti rocciosi sono visibili alla sommità del bacino idrografico della Valle di Palate ed in prossimità della località Brignoli.

5.1.2 – Calcarea di Zorzino (Nor. Medio)

E' una formazione triassica costituita da calcari cristallini e calcari marnosi nerastrati a stratificazione media con intercalazioni marnose e localmente dolomitiche nella parte inferiore. Nella parte medio-superiore si osserva un incremento del contenuto terrigeno fine, passando a calcari marnosi neri finemente stratificati. Lo spessore complessivo della formazione raggiunge presso la sponda del Lago d'Iseo valori massimi pari a 1100 m. Gran parte del versante orografico destro della Valle Cavallina in comune di Endine è interessata a partire da circa 600 m di quota da diffusi affioramenti del Calcarea di Zorzino, le cui sezioni più significative sono rilevabili presso la Cava Cantamessa. Il contatto con la soprastante Argillite di Riva di Solto avviene in continuità di sedimentazione, mentre come detto in precedenza il passaggio alla Dolomia Principale si realizza lungo la superficie di un sovrascorrimento.

5.1.3 – Argillite di Riva di Solto (Nor. Sup.)

Questa unità di transizione segna il passaggio, assieme al Calcarea di Zu, alle formazioni giurassiche ed è identificata da argilliti e marne argillitiche nerastrati fogliettate, spesso con laminazioni parallele e con grande quantità di materia organica, alternate a calcari marnosi con stratificazione da media a sottile. Le intercalazioni calcaree e calcareo-marnose sono più frequenti nella parte superiore, in prossimità del passaggio stratigrafico con il Calcarea di Zu. Il sistema deposizionale dell'Argillite di Riva di Solto è rappresentato

da depressioni poco profonde, con fondali in prevalenza anossici e sedimentazione mista terrigena e carbonatica. Tale conformazione litostratigrafica testimonia il passaggio da un ambiente batimetricamente articolato ad un ambiente di baia subtidale a circolazione aperta. In territorio comunale di Endine l'Argillite di Riva di Solto affiora su entrambi i versanti vallivi, sino a quote massime di circa 750 m s.l.m.. Gli affioramenti lapidei più significativi sono osservabili lungo i solchi vallivi della Valle dei Fondi e della Valle dei Ferro, dove si rinvencono talora irte pareti rocciose con caratteristiche litologiche conformi a quelle descritte.

5.1.4 - Calcarea di Zu (Nor. Sup.-Ret.)

Si tratta di una formazione triassica costituita da calcari e calcari marnosi grigio-nerastri a stratificazione da media a grossa alternati a marne ed argilliti nere a stratificazione sottile. Nella parte inferiore, al passaggio con l'Argillite di Riva di Solto, i livelli argillitici e marnosi risultano maggiormente abbondanti, mentre il settore superiore della formazione risulta caratterizzato da esclusiva sedimentazione carbonatica, con presenza di reperti fossili coralliferi che indicano acque di mare poco profondo, limpide, ricche di ossigeno e decisamente calde. Una gran parte delle pendici montuose del versante orografico sinistro è occupata dal Calcarea di Zu, che affiora da circa 600 m di quota ad oltre 1000 m, con uno spessore complessivo di 1 km. Anche in questo caso le sezioni di affioramento più caratteristiche sono ubicate lungo i solchi vallivi posti a monte delle località Tironega e Valmaggiore.

5.1.5 - Dolomia a Conchodon (Ret. Sup.-Hett.)

Rappresenta la formazione di passaggio fra il Triassico ed il Giurassico ed è formata da dolomie, dolomie calcaree e calcari dolomitici grigio chiari con stratificazione da medio-grossa a massiva; la fauna fossile è estremamente rara e formata da piccoli foraminiferi; sono invece quasi assenti i Conchodon, ai quali è stata intitolata la formazione a causa di un'errata interpretazione stratigrafica originaria (tali fossili sono situati in un orizzonte carbonatico appartenente al Calcarea di Zu). L'ambiente di deposizione corrisponde ad una piattaforma carbonatica in prevalenza subtidale con scarsi apporti terrigeni e mare aperto poco profondo. La natura chimica del sedimento è legata probabilmente a fenomeni diagenetici successivi e/o contemporanei alla sedimentazione, che hanno prodotto la trasformazione del carbonato di calcio in carbonato doppio di calcio e magnesio. La Dolomia a Conchodon affiora nei settori sommitali del versante orografico sinistro, costituendo pareti molto acclivi che conferiscono al sistema paesaggistico un'impronta distintiva a tutta la Valle Cavallina.

5.1.6 - Calcarea di Sedrina (Hett.)

La sedimentazione del periodo giurassico è caratterizzata dalla presenza di alti strutturali e solchi bacinali, dove le modalità di deposizione e la natura litostratigrafica delle formazioni risultano estremamente variabili, seppur in un contesto di tipo carbonatico. Il Calcarea di Sedrina è formato da calcari e calcari selciferi grigio-nerastri a stratificazione medio-sottile con abbondanti noduli di selce nera; tale litologia indica un ambiente di sedimentazione batiale dove il chimismo carbonatico si associa a sostanze silicatiche contenute nelle selci, che testimoniano l'elevata profondità del mare. In ogni caso sono presenti variazioni verticali e laterali di facies, con litozone di differenti proprietà stratigrafiche, dovute allo sviluppo di una sequenza trasgressivo-regressiva che ha interessato in quella fase l'intero bacino lombardo. Il Calcarea di Sedrina, disposto in contatto stratigrafico con la sottostante Dolomia a Conchodon, affiora anch'esso nei settori altimetricamente superiori del versante orografico sinistro, con evidenti sezioni lungo l'incisione valliva posta ad W della Cascina Torrezzo .

5.1.7 - Calcarea di Moltrasio (Car.-Sin.)

E' costituito da calcari e calcari marnosi nodulari grigio-scuri a stratificazione medio-grossolana con noduli e liste di selce di colorazione variabile da chiara a scura. L'ambiente di sedimentazione risulta il medesimo di quello del Calcarea di Sedrina e del successivo Calcarea di Domaro; tuttavia appare caratteristica la presenza locale di interstrati marnosi che segnalano lo sviluppo di locali e modesti apporti terrigeni. Lo spessore massimo raggiunto in prossimità dell'area del Sebino è di circa 800 m. Il Calcarea di Moltrasio si estende dalle pendici del Monte Torrezzo lungo l'intero crinale che si sviluppa a cavallo dei territori di Casazza, Ad rara, Fonteno e Parzanica. In corrispondenza di una sezione di scavo sulla strada sterrata che circonda la cima del suddetto monte si trovano numerosi affioramenti lapidei, che consentono di verificare le proprietà litostratigrafiche della formazione.

5.1.8 - Corpi subvulcanici e filoniani (Paleogene)

Si tratta di intrusioni paleogeniche di età incerta formate da rocce basiche a tessitura porfirica con fenocristalli di plagioclasti ed anfiboli organizzate in dicchi e sill. In relazione a considerazioni petrogenetiche e geochemiche estese a scala più vasta alcuni autori includono tali rocce in serie orogeniche ad affinità calcalkalina tipiche dei margini di placca convergenti e provenienti da una sorgente litosferica sottocrostante inclinata verso NW. I filoni porfiritici, dotati di geometria varia e spessore prossimo a 60-80 m, sono inseriti nelle rocce del triassico superiore costituite dal Calcarea di Zorzino e dall'Argillite di Riva di Solto. Le rocce sono identificate in prevalenza da porfiriti anfiboliche

fortemente alterate, spesso ridotte a sabbie arcose facilmente pedogenizzate. Nell'ambito del territorio comunale di Endine sono stati individuati due filoni significativi: uno è situato fra la località Fabbioni e la località Ca del Capo a circa 460 m di quota, mentre l'altro è posizionato in prossimità di Botta Alta a 1200 m s.l.m.. In entrambi i casi si rilevano piccoli corpi sfilacciati adiacenti all'affioramento principale di estensione modesta e quindi tale da impedirne la cartografazione alla scala del rilevamento.

I limiti di separazione fra le unità descritte sono stati definiti in relazione alla distribuzione degli affioramenti rilevati ed alla geometria dei corpi rocciosi; tuttavia laddove la morfologia impervia del versante e/o la fitta macchia boschiva non hanno consentito di eseguire osservazioni dirette sono state effettuate delle interpretazioni geologiche che hanno permesso di attribuire alle formazioni la continuità spaziale.

5.2 – ASSETTO STRUTTURALE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

L'area del Sebino, così come i territori di tutto il Bacino Lombardo, è suddivisibile in domini strutturali caratterizzati da elementi tettonici distintivi. Il territorio di Endine Gaiano è localizzato nel cosiddetto **Parautoctono**, interessato dalle strutture della fascia meridionale della Provincia di Bergamo, estesa in senso E-W dalla Valle Imagna sino al Lago d'Iseo attraverso le medie Val Brembana e Val Seriana; verso S si passa alla zona con pieghe e sovrascorrimenti che si raccordano al sistema di pieghe e sovrascorrimenti delle unità cretacee più meridionali.

La struttura a pieghe della zona indagata mostra una successione continua ed estesa di sinclinali ed anticlinali che scendono a S fino alla zona di Sarnico. Il versante meridionale della valle che ospita il comune di Endine è formato dal fianco di una **piega sinclinalica asimmetrica**, con asse diretto E-W che giunge al Monte Torrezzo passando attraverso la Valle di Fonteno. Spostandosi verso N, in prossimità del fondovalle, si assiste ad un cambiamento dello stile tettonico, caratterizzato da una **contropiega anticlinalica**, con asse orientato E-W passante per l'abitato di Piangaiano attraverso la località San Remigio. A circa 500 m di distanza verso N lungo il versante orografico destro si osserva la presenza di un'ennesima **piega sinclinalica coricata**, dotata di asse orientato E-W dalla frazione Perlisa alla località Rova e di asse NE-SW da Rova a Pertegalli.

Questo articolato e complesso sistema di piegamenti multipli è ulteriormente arricchito sotto l'aspetto strutturale dal **sovrascorrimento** di Sovere, che mette in contatto tettonico il Calcere di Zorzino con la Dolomia Principale; in territorio di Endine è situata alla sommità del versante orografico destro in prossimità della località Botta Alta e Brignoli, estendendosi con direzione E-W ed immersione a reggipoggio.

Si segnala infine la presenza di due piccole **faglie** all'estremità sud-orientale del territorio comunale, alle pendici del Monte Sicolo, che producono dislocazioni del Calcare di Sedrina, della Dolomia a Conchodon e del Calcare di Moltrasio.

Nel quadro globale strutturale formato da pieghe, faglie e sovrascorrimenti vi sono deformazioni minori, di importanza locale, collegate comunque agli eventi tettonici principali; tale fenomeno spiega la ragione per cui in alcuni punti sono state misurate delle geometrie non riferibili all'assetto geologico generale.

In ragione della conformazione strutturale descritta le giaciture dei corpi rocciosi descrivono geometrie talora molto complicate, sia per le deformazioni associate ai piegamenti che alle rotture ed alle dislocazioni connesse con le faglie. Del resto l'insieme delle giaciture riportate nella Carta Geologico-Strutturale mostra variazioni non sempre correlabili con lo schema strutturale globale.

La geometria ed i rapporti stratigrafici fra le formazioni, così come i più significativi lineamenti strutturali sono stati rappresentati nella **sezione geologica** contenuta nella tav. 1.

5.3 – DEPOSITI QUATERNARI DI COPERTURA SUPERFICIALE

Le successioni continentali mostrano frequentemente fasi di sedimentazione discontinue ed arealmente limitate, con variabilità di facies talmente elevate da rendere difficoltoso il riconoscimento di corpi originati da differenti cicli sedimentari sulla sola base litologica. Per questa ragione nella Carta Geologica della Provincia di Bergamo, recentemente pubblicata, è stata adottata una nuova classificazione dei sedimenti quaternari che si basa sulla delimitazione ed il riconoscimento delle varie unità mediante superfici di discontinuità che identificano le cosiddette **unità allostratigrafiche**. Gli elementi litologici, pedologici e morfologici, pur non risultando prioritari nella definizione della storia e della genesi geologica dei depositi, concorrono ad individuare i limiti di discontinuità ed a meglio identificare la tipologia del sedimento quaternario.

La geologia del Quaternario del territorio comunale di Endine Gaiano è sostanzialmente connessa con l'azione combinata dei corsi d'acqua riconducibili al bacino idrografico del fiume Oglio, del ghiacciaio pleistocenico che attraversava la Valle Cavallina e della gravità che agisce lungo i pendii a maggiore acclività.

La divagazione dei torrenti, il passaggio del ghiacciaio ed i processi di degradazione gravitativa dei versanti hanno generato le seguenti unità quaternarie continentali.

5.3.1 – Unità Postglaciale

L'Unità Postglaciale comprende innumerevoli depositi di diversa tipologia ed origine, differenziati a seconda del settore altimetrico ove si trovano e dell'area di pertinenza dell'agente naturale che li ha messi in posto. La zona di Endine è interessata da sedimenti a caratteristiche variabili distribuiti sia sui versanti montani che in corrispondenza del fondovalle.

Il versante orografico destro è interessato a partire da circa 400 m di quota sino ad oltre 800 m da ampie e spesse coperture superficiali formate da **depositi detritici di versante**; si tratta di sedimenti costituiti da ciottoli e ghiaie con clasti a spigoli vivi di natura prevalentemente carbonatica ed argillitica in scarsa matrice sabbiosa. Nella porzione altimetricamente inferiore e soprattutto in località Perlisa si rilevano intensi fenomeni di cementazione, che conferiscono al deposito particolare resistenza agli effetti degli agenti erosivi; mentre in prossimità delle pareti rocciose più elevate sono presenti con detritici scarsamente vegetati tuttora soggetti ad evoluzione morfogenetica.

Il collegamento alla valle principale dei corsi d'acqua a carattere torrentizio che scendono dai versanti principali avviene generalmente attraverso la formazione di **depositi di conoide alluvionale**, riconducibili al trasporto di materiale solido operato dai torrenti ed abbandonato nelle aree subpianeggianti e debolmente acclività. Tali sedimenti sono formati da ciottoli e ghiaie con clasti poligenici da poco a mediamente arrotondati immersi in matrice limo-sabbiosa. La conoide di Piangaiano, di Tironega, di Valmaggione e di Pura costituiscono le evidenze geomorfologiche principali a cui si associano i depositi descritti.

Le aree di fondovalle possiedono una modesta acclività in quanto create dall'azione concomitante di deposito dei corsi d'acqua e dei bacini lacustri esistenti. I **depositi fluvio-lacustri** cartografati fra la località Pertegalli ed il centro abitato sono costituiti da ghiaie e sabbie con clasti poligenici ben arrotondati alternate a limi argillosi laminati. I materiali a granulometria più fine sono riconducibili alla sedimentazione lacustre, avvenuta in presenza di acque calme e spesso in ambiente povero di ossigeno; la granulometria più grossolana è invece attribuibile al deposito da parte dei corsi d'acqua che hanno eroso e successivamente colmato il solco vallivo scavato dal ghiacciaio.

5.3.2 – Complesso dell'Oglio

Il Complesso dell'Oglio raggruppa numerose unità situate dalle zone di alta valle sino alle aree pianeggianti, con caratteristiche litologiche e tessiturali ovviamente molto diverse; si sviluppa arealmente lungo il fiume Oglio a partire dall'alto Sebino fino oltre i confini della Provincia di Bergamo. Il territorio di Endine è interessato dall'affioramento della cosiddetta **Unità di Solto Collina**, costituita da sedimenti glaciali ciottolosi e ghiaiosi con clasti poligenici mediamente arrotondati e talora smussati immersi in abbondante matrice limosa. L'Unità di Solto Collina poggia direttamente su substrato roccioso ed è limitata superiormente dalla superficie topografica.

Gli affioramenti principali sono stati rilevati presso il centro abitato e la località Palate, in corrispondenza dei tagli stradali sino ad una quota di circa 650 m s.l.m.. Tuttavia anche sul versante orografico sinistro vi sono molteplici evidenze di depositi glaciali, disposti sottoforma di placche detritiche associate a pianori e/o piccoli alpeggi; a tal riguardo risulta emblematica la situazione rilevata in località Ca Bianca e Parete, dove il Complesso dell'Oglio occupa ampie porzioni di pendio conferendogli una morfologia estremamente dolce.

Al di sopra del substrato lapideo e dei depositi superficiali quaternari si trova un livello di spessore decimetrico che rappresenta la **copertura eluvio-colluviale**; si tratta di un terreno limo-argilloso residuale originato dai processi di alterazione chimico-fisica e di trasporto dell'acqua di dilavamento. In ragione del modesto spessore non è stato cartografato, anche se sotto l'aspetto pedologico riveste una discreta importanza quale materiale di pregio per l'agricoltura.

6 – CONFORMAZIONE GEOMORFOLOGICA

Le forme ed i processi geomorfologici che governano gli equilibri dinamici del paesaggio naturale sono stati riportati dettagliatamente nella **Carta Geomorfologica** (tav. 2) in scala 1:10.000, costruita mediante il rilevamento di campagna e la lettura delle fotografie aeree. A corredo di questa carta di base sono state inserite informazioni anche sulla litologia dei terreni che formano la superficie topografica.

La valle entro cui si sviluppa il comune di Endine Gaiano rappresenta un bellissimo esempio di concomitanza e talora interferenza fra molteplici fenomeni morfogenetici, la cui intensità e localizzazione condizionano l'aspetto morfologico del comparto territoriale.

Successivamente al ritiro delle grandi masse glaciali, che hanno lasciato un'impronta distintiva alla zona, i corsi d'acqua hanno subito un rilevante afflusso idrico, che ha prodotto conseguentemente un'intensificazione della forza erosiva dei torrenti; le valli hanno pertanto iniziato una rapida e progressiva evoluzione connessa con lo smantellamento del terreno nelle zone altimetricamente più rilevate e con il deposito dei detriti prodotti nelle aree di fondovalle, dove la pendenza dei versanti si riduceva drasticamente. La morfologia del paesaggio, composta da alternanze di creste ed avvallamenti, è il frutto dell'azione modellatrice delle acque incanalate e dei movimenti glaciali, a cui si è aggiunto l'effetto della gravità; quest'ultima ha contribuito a determinare la degradazione dei versanti attraverso frane, soliflusso e fenomeni di dilavamento ad opera delle acque non incanalate. Infine l'intervento dell'uomo ha completato la trasformazione del paesaggio, creando terrazzamenti e livellamenti che comunque allo stato attuale sono limitati alle sole zone urbanizzate.

La conformazione geomorfologica dell'area viene di seguito descritta esaminando in dettaglio i processi e le forme, distinti in funzione degli agenti responsabili del modellamento.

6.1 – MORFOLOGIA GRAVITATIVA DI VERSANTE

E' legata all'azione della gravità, che si esprime con maggiore intensità in prossimità delle zone più acclivi e caratterizzate da terreni di scadente qualità meccanica.

La morfologia dominante sia in termini areali che di intensità dei fenomeni di morfogenesi è costituita dai **coni di detrito** che lambiscono il nucleo abitato principale sul versante orografico destro della valle. Si tratta di elementi naturali di particolare interesse scientifico generati dai distacchi gravitativi di blocchi dalle pareti rocciose formate dal Calcere di Zorzino e dalla Dolomia Principale. La superficie dei coni detritici è in continua

evoluzione a seguito dei processi gravitativi in atto; ciò è reso evidente dalla quasi assente alterazione dei frammenti clastici e dalla scarsa colonizzazione da parte di specie vegetali arbustive. A fianco di queste forme si sviluppano falde di detrito continue ed estese su tutto il versante sino alla località Pertegalli, formando accumuli legati alla coalescenza di più coni detritici adiacenti.

In corrispondenza delle macchie boschive più fitte, ove il degrado della superficie del terreno è minore, l'azione della gravità risulta evidente sulla vegetazione ad alto fusto per le deformazioni provocate dal **soliflusso**, movimento lento della copertura eluvio-colluviale diffuso in modo discontinuo su tutto il territorio comunale. Raramente i fenomeni di soliflusso degenerano in frane, ma contribuiscono ad una lenta e progressiva degradazione dei versanti. Il settore maggiormente soggetto a tale fenomeno è costituito dal versante orografico sinistro a S della frazione di Valmaggione.

Le acque non incanalate esercitano azioni di deterioramento generalizzate, attraverso i fenomeni di **ruscellamento diffuso**, rilevabili su tutto il territorio soprattutto nelle zone in cui il sottobosco è poco sviluppato e disomogeneo.

Le **frane** individuate e cartografate costituiscono un'evoluzione ulteriore dei movimenti gravitativi, essendo connesse a deformazioni rapide che hanno portato allo scivolamento in alcuni casi di masse rocciose in altri di volumi di terra di copertura superficiale; ad eccezione della frana storica di San Felice l'estensione delle frane rilevate non supera quasi mai, comprendendo la nicchia e l'accumulo, i 500 mq e quindi non si tratta di movimenti profondi che coinvolgono grandi volumi di materiale. Le nicchie di frana riportate lungo la Valle Grumella e la Valle Borlone derivano da crolli rocciosi avvenuti nel corso dei millenni e tuttora in atto seppure in forma circostanziata. La nicchia di frana ed il relativo accumulo indicati in località San Felice sono il frutto di un movimento franoso verificatosi nel XVIII secolo e riattivatosi all'inizio del XX secolo, soprattutto con un evento devastante nel 1939; allo stato attuale si segnalano situazioni di instabilità locale con fenomeni di soliflusso e piccole colate detritiche.

Le altre frane cartografate sono caratterizzate da scivolamenti della coltre detritica superficiale, dovuti alla saturazione del terreno in concomitanza con eventi meteorici intensi. Si segnala fra tutte quella posta lungo la Valle del Ferro in località Ca Bianca, mobilizzatasi nel mese di novembre del 2002 ed attualmente in stato di quiescenza.

Limitatamente ad alcuni lineamenti di versante sono stati cartografati degli **orli di scarpata di degradazione**, che rappresentano semplicemente variazioni di acclività dei pendii laddove possono crearsi i presupposti per un'evoluzione gravitativa che comporti la deformazione del terreno naturale e la trasformazione della superficie. L'origine di tali forme non è univoca, ma legata a numerosi fattori morfogenetici oltre che strutturali; le evidenze principali sono localizzate alle testate delle incisioni vallive o lungo i versanti antropizzati soggetti a variazioni morfologiche come risulta a S della località Fanovo.

Lungo le pareti rocciose più irte sono stati rilevati innumerevoli fenomeni di **distacco di blocchi rocciosi**, che seppure di limitata estensione comportano una condizione di rischio rilevante per eventuali strutture poste a valle. Il versante orografico destro è interessato da fenomeni di distacco prevalentemente a monte dei conii detritici, mentre il versante opposto mostra segnali di distacco in corrispondenza delle “corne” formate dai pendii acclivi della Dolomia a Conchodon.

Le aree prative situate sulle pendici del Monte Torrezzo e del Monte Grione sono caratterizzate da manifestazioni gravitative connesse con lo scollamento della cotica erbosa e con la conseguente formazione di **terrazzette erbose**. Si tratta di forme dovute al movimento lento e graduale della porzione di terreno superficiale comprendente il suolo di alterazione del substrato roccioso; talora sono ulteriormente accentuate dalla pressione applicata dal bestiame durante il pascolo. Sotto l’aspetto applicativo rappresentano evidenze di degradazione del versante, ma non costituiscono elementi di particolare pericolo per la stabilità dei pendii.

6.2 – MORFOLOGIA STRUTTURALE

La morfologia strutturale è collegata alle forme che si delineano sul territorio in relazione alle proprietà litologiche dei terreni e delle rocce ed ai fattori tettonici che caratterizzano le formazioni lapidee.

La presenza di **orli di scarpata strutturale-litologica** rappresenta l’elemento principale e rilevabile sul terreno, in quanto questi sono dovuti all’alternanza di rocce a diversa resistenza meccanica, che assumono comportamenti diversi nei confronti delle azioni erosive esogene; evidenza particolare della forma descritta si trova su tutto il versante orografico sinistro, dove la Dolomia a Conchodon forma irte pareti rocciose che si estendono lungo l’intero percorso della Valle Cavallina.

In prossimità del Monte Siculo sono visibili forme strutturali riconducibili ad **avvallamenti per faglia**, in corrispondenza dei quali si rileva la dislocazione del substrato roccioso; la formazione del solco vallivo è dovuto all’incanalamento naturale delle acque che hanno trovato, in seguito alla fatturazione dell’ammasso lapideo, un materiale più tenero e quindi facilmente erodibile.

I settori del versante orografico destro, soggetti all’affioramento della Dolomia Principale, mostrano frequentemente **morfologie a pinnacoli e torrioni**. Si tratta di picchi rocciosi verticali, sporgenti ed allungati generati dalla deformazione rigida della dolomia e dalla forte resistenza opposta all’azione degli agenti erosivi. La sommità del bacino idrografico della Valle di Palate possiede numerose evidenze delle forme descritte, soprattutto a N della località Brignoli.

6.3 – MORFOLOGIA FLUVIALE

L'azione di modellamento fluviale è esercitata dai corsi d'acqua a carattere torrentizio e dall'acqua non incanalata che sotto l'effetto della gravità produce fenomeni di dilavamento dei versanti.

Lungo gli alvei dei torrenti a quote altimetriche elevate sono state cartografate incisioni torrentizie approfondite bordate da **orli di scarpata d'erosione fluviale**, che testimoniano l'attività modellatrice operata dai corsi d'acqua e la trasformazione delle aree periglaciali. Particolarmente significativi sono gli avvallamenti lungo la Valle del Ferro, la Valle di Palate e la Valle dei Fondi, dove le scarpate torrentizie raggiungono altezze talora superiori a 8-10 m. In prossimità delle aree meno acclivi situate nella fascia pianeggiante del territorio ed in corrispondenza dei meandri si verificano azioni morfogenetiche di diversa tipologia quali l'**erosione spondale**, visibile in vari settori degli alvei appartenenti ai corsi d'acqua che occupano le valli suddette.

Le aree pianeggianti che bordano le rive del Lago di Endine sono soggette a **fenomeni di ristagno idrico**, dovuti alla scarsa permeabilità del sottosuolo ed alla saturazione dello stesso; il sottosuolo è formato da sedimenti torbosi di origine lacustre di natura limo-argillosa, in associazione a canneti e vegetazione di ambiente tipicamente paludoso.

Allo sbocco sul fondovalle i torrenti che solcano i versanti montani depositano una gran quantità di materiale terroso e clastico; tale fenomeno ripetuto nel corso dei millenni ha generato le innumerevoli **conoidi alluvionali** che si estendono da Piangaiano sino a San Felice. Si tratta di ventagli di deposito posti al raccordo fra la zona subpianeggiante del fondovalle ed i pendii, laddove la riduzione della pendenza degli alvei torrentizi crea i presupposti per una riduzione della velocità della corrente idrica e quindi della capacità di trasporto, con conseguente sedimentazione del materiale eroso nelle parti sommatiali del bacino idrografico. Le conoidi più importanti sono quelle di Piangaiano, Tironega, Valmaggione e Pura, che possiedono significative estensioni areali e risultano connesse con processi morfogenetici spesso legati ad un certo rischio idraulico. In allegato sono riportate le schede conoide, compilate secondo le direttive della Regione Lombardia e riferite all'analisi morfometrica contenuta nella fig. 6b.

Localmente il dilavamento delle acque incanalate soprattutto nelle porzioni sommatiali dei bacini idrografici ha prodotto **solchi di ruscellamento concentrato**, dove l'accumulo delle acque meteoriche crea alla testata dei torrenti incisioni talora molto pronunciate, ma prive di deflusso idrico in assenza di piogge. Degni di nota sono i numerosi solchi situati in prossimità dei conoidi e delle falde detritici, dove la mancanza di una fitta vegetazione favorisce lo sviluppo di azioni erosive particolarmente intense.

6.4 – MORFOLOGIA GLACIALE

La Valle Cavallina è stata occupata in epoca antica da una lingua secondaria staccatasi dal ghiacciaio della Valle Camonica; successivamente alla fase di ritiro le masse glaciali hanno lasciato un insieme di forme di erosione e sedimentazione che conferiscono un'impronta distintiva al territorio di Endine.

Il profilo geometrico della Valle Cavallina e la presenza di soglie presso l'abitato di Solto Collina e Pianico denunciano inequivocabilmente il passaggio del ghiacciaio, la cui evidenza principale consiste nelle numerose placche detritiche che esso ha depositato sui versanti. Tali sedimenti spesso corrispondono a **pianori glaciali**, aree poco acclivi ed a morfologia dolce talora utilizzate per gli insediamenti agricoli, come nel caso della località Rumignano. In altri contesti l'evidenza della passata presenza del ghiacciaio è rappresentata da **terrazzamenti glaciali**, disposti sui pendii a formare morfologie gradonate, così come rilevabile presso il nucleo abitato ed in corrispondenza dei pendii immediatamente a monte della Strada Statale n. 42 in località Fabbioni.

Le placche di deposito glaciale disposte sui versanti sono frequentemente segnalate dall'associazione con elementi geomorfologici particolari quali i **massi erratici**, costituiti da frammenti rocciosi, generalmente di Verrucano Lombardo, di grosse dimensioni isolati su aree prative omogenee. Nell'ambito della Valle del Botto ne sono stati individuati alcuni di discrete dimensioni a quote comprese fra 600 e 650 m s.l.m.. Nella stessa zona è stato cartografato anche un piccolo **cordone morenico**, caratterizzato da un accumulo di deposito glaciale grossolanamente di sezione triangolare; la concavità rivolta verso valle indica una direzione di movimento del ghiacciaio verso W.

La zona di raccordo fra il bacino del torrente Borlezza ed il bacino del fiume Cherio, situata presso Piangaiano, è interessata da morfologie tipicamente glaciali, quali le **rocce montonate**. Si tratta di protuberanze lapidee arrotondate ed erose dal movimento delle voluminose masse glaciali che hanno attraversato la zona in seguito alla defluenza di una lingua secondaria dal ghiacciaio della Valle Canonica. Le evidenze più significative si trovano in prossimità della Cava Cantamessa lungo la Strada Statale n. 42.

6.5 – MORFOLOGIA CARSICA

Il carsismo è un fenomeno chimico connesso con la dissoluzione delle rocce calcaree ad opera dell'acqua di percolazione sotterranea, che produce sia in superficie che in profondità interessanti e talora suggestive morfologie.

La forma più conosciuta e diffusa è rappresentata dalle **doline**, conche chiuse o semiaperte di varia forma che si estendono spesso in profondità lungo fratture rocciose. Le

doline cartografate nella Carta Geomorfologica sono di piccole dimensioni e situate alla sommità del Monte Torrezzo e del Monte Grione; sul fondo piatto sono presenti accumuli argillosi di terra residuale decalcificata, che favorisce la formazione di piccoli bacini idrici.

Le microforme e le forme non riferibili ad elementi distintivi sono state raggruppate indicando nella carta la presenza di **fenomeni carsici diffusi**. Anche in questo caso le manifestazioni rilevate sono situate presso le cime suddette, rispettivamente in località Botta e presso la Cascina Torrezzo. In assenza di specifiche informazioni al riguardo si ipotizza che lo sviluppo di fenomeni carsici in tali zone sia riconducibile alla struttura del substrato roccioso, formato da rocce carsogene, ma anche alla geometria dei versanti, caratterizzati da acclività ridotte; ciò favorisce la percolazione nelle numerose fratturazioni degli ammassi lapidei, con conseguente predisposizione alla dissoluzione chimica.

6.6 – MORFOLOGIA ANTROPICA

Per chiudere il quadro degli elementi morfologici del sistema paesaggistico esaminato sono stati riportati anche gli elementi morfologici connessi con l'azione di antropizzazione del territorio, che riguardano il modellamento della superficie per renderla utilizzabile a scopo agricolo e/o residenziale.

La costruzione dei fabbricati e delle opere di urbanizzazione che attualmente compongono il nucleo abitato hanno portato alla modifica del territorio pur non creando morfologie particolari, ma mitigando gli effetti erosivi dell'acqua di dilavamento ed i processi di degrado dei versanti montuosi.

La principale manifestazione della morfologia antropica è costituita dai **terrazzamenti agricoli**, eseguiti con l'ausilio di muri a secco in pietra. L'area maggiormente interessata da tali forme è quella situata poche centinaia di metri a SW di Fanovo, ove si rilevano fitti terrazzamenti finalizzati alla conduzione più agevole delle pratiche agricole ed alla stabilizzazione del terreno di copertura superficiale.

L'azione di trasformazione del paesaggio esercitata dall'uomo è fortemente, e forse drammaticamente, visibile sul territorio di Endine attraverso la **cava attiva** situata in vicinanza del Lago di Gaiano e finalizzata all'escavazione di pietra ornamentale dalla formazione del Calcare di Zorzino. Poche centinaia di metri a N è presente invece un fronte di **cava inattiva**, costituito da una scarpata rocciosa abbandonata da anni.

6.6 – ELEMENTI LITOLOGICI

In considerazione del fatto che gli agenti del modellamento operano secondo modalità imposte dai fattori strutturali si è ritenuto opportuno inserire nella Carta

Geomorfologica la sintesi delle litologie presenti, separando i depositi di copertura superficiale dal substrato roccioso.

Tale distinzione, legata sostanzialmente alla diversa resistenza meccanica nei confronti delle forze erosive, permette nella lettura della carta di comprendere le ragioni della distribuzione spaziale delle varie morfologie e di interpretare correttamente la convergenza geomorfologica dovuta alla sovrapposizione di effetti dinamici differenti che producono le medesime forme. Inoltre si possono dedurre considerazioni generali sotto l'aspetto pedologico, in quanto la tipologia fisico-chimica dei suoli riflette sostanzialmente la distribuzione e la natura dei materiali che compongono il sottosuolo.

7 – ASSETTO IDROLOGICO, IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO

Gli elementi idrologici, idrogeologici e della vulnerabilità degli acquiferi sono stati riportati nella **Carta Idrogeologica** (tav. 3). Le valutazioni effettuate in questo contesto hanno consentito di completare il quadro delle conoscenze di inquadramento alla scala 1:10.000 e di acquisire le informazioni necessarie per pianificare le scelte urbanistiche in rapporto al complesso sistema di deflusso delle acque superficiali e sotterranee.

7.1 – IDROLOGIA ED IDROGRAFIA

L'area di Endine è localizzata alla sommità della Valle Cavallina, a cavallo fra il bacino idrografico del fiume Cherio, affluente di destra del fiume Oglio nel quale confluisce in territorio di Palosco, e quello del torrente Borlezza, che confluisce nel Lago d'Iseo presso Castro.

Il sistema idrografico superficiale è articolato in corsi d'acqua naturali che garantiscono il drenaggio delle acque dai versanti montani verso il fondovalle, mediante ramificazioni secondarie che formano il reticolato idrografico. I torrenti principali possiedono bacini idrografici a drenaggio dendritico generalmente asimmetrico; alcuni percorsi delle aste fluviali sono stati fortemente condizionati dall'assetto strutturale e dai lineamenti tettonici indicati nella Carta Geologico-Strutturale.

La classificazione dei corsi d'acqua operata nella Carta Idrogeologica ha perseguito la finalità di individuare gli elementi idrografici più significativi secondo quanto stabilito dalla D.G.R. 25-01-2002 n. 7/7868.

Di seguito si descrivono i principali elementi idrologici che occupano il territorio, segnalando che la denominazione applicata è riferita sia a quanto contenuto nella Carta Tecnica Regionale che nelle mappe locali fornite dall'Ufficio Tecnico Comunale.

7.1.1 – Valle di Palate

Il torrente che scorre entro la Valle di Palate prende origine dalle pendici del Monte Grione a circa 1300 m di quota e si sviluppa verso valle con un percorso sostanzialmente rettilineo sino alla località Palate, dove assume cambiamenti di direzione in parte condizionati dalla presenza di numerosi insediamenti residenziali. Il solco vallivo è molto accentuato e le scarpate che bordano l'alveo torrentizio possiedono altezze rilevanti, talora superiori a 10 m. Il bacino idrografico possiede una struttura dendritica leggermente asimmetrica, con maggiore sviluppo di aste torrentizie sul versante orografico sinistro. Nel settore altimetricamente inferiore il corso d'acqua origina la grande conoide di Piangaiano,

prima di gettarsi nel Lago di Gaiano; si tratta quindi di un elemento idrografico appartenente al bacino del torrente Borlezza. In prossimità della conoide l'alveo è poco profondo ed in passato ha causato fenomeni di dissesto idrogeologico connessi con esondazioni, erosioni e trasporto di materiale terroso. L'intero percorso del torrente è soggetto al vincolo ambientale della Legge 431/1985, mentre non è identificato come corso d'acqua principale dalla D.G.R. 25-01-2002 n. 7/7868.

7.1.2 – Valle del Ferro

Si tratta di un corso d'acqua sviluppato in gran parte sul territorio di Solto Collina, ma che convoglia le acque di scolo verso il fondovalle in territorio di Endine. Il torrente nasce alle pendici del Monte Boario e si estende verso valle in direzione S-N con andamento rettilineo sino alla quota di circa 500 m s.l.m.; spostandosi ulteriormente a valle il percorso diviene più tortuoso sino allo sbocco sul fondovalle, dove l'asta torrentizia in parte modificata artificialmente assume andamento nuovamente rettilineo prima della confluenza nel Lago di Endine. Le sponde fluviali sono molto alte in corrispondenza dei versanti montani, ma a valle e soprattutto lungo la conoide di Tironega l'alveo possiede profondità minori; ciò ha provocato in passato modesti fenomeni di esondazione con trasporto di detriti lungo la via Tironega. Il reticolato idrografico non è molto sviluppato ed è articolato in due aste principali, una delle quali solca la Valle del Botto. A partire dalla confluenza esistente in località Casa Nuova il corso d'acqua è classificato come principale secondo il criterio dettato dalla D.G.R. 25-01-2002 n. 7/7868 ed anche in questo caso è presente su tutto il corso il vincolo della Legge 431/1985.

7.1.3 – Valle dei Fondi

Il torrente che solca la Valle dei Fondi nasce dal Monte Sicolo a 1272.7 m s.l.m. e discende verso valle con andamento rettilineo confluendo nel Lago di Endine. Il reticolato idrografico possiede struttura dendritica fortemente asimmetrica, con drenaggio più efficace sul versante orografico destro. L'alveo torrentizio è molto approfondito sino alla quota di circa 400 m s.l.m., dove inizia la conoide di Valmaggioro ed il corso d'acqua devia bruscamente verso NW. In prossimità della conoide e dell'abitato di Valmaggioro si sono verificati in passato alcuni fenomeni di dissesto idrogeologico prevalentemente legati a manifestazioni di tipo erosivo, ma a causa dell'ampia sezione di deflusso non si registrano esondazioni recenti. Il corso d'acqua è classificato principale a partire dalla confluenza con la Valle dei Cerri ed è soggetto al vincolo ambientale della Legge Galasso dallo sbocco per una lunghezza totale di 2 km.

7.1.4 – Torrente Oneto

E' un corso d'acqua che prende origine dal Lago di Gaiano e si dirige verso il torrente Borlezza, dove confluisce dopo un percorso di alcuni chilometri. L'alveo è poco approfondito, ma i modesti deflussi idrici non comportano particolari problematiche di dissesto idraulico dell'asta fluviale. In comune di Endine si sviluppa con una lunghezza complessiva di circa 900 m, attraversando le aree paludose attorno al lago e costeggiando la Strada Statale n. 42 in località Pertegalli. Pur non rappresentando un elemento idrografico significativo per il territorio di Endine il torrente Oneto è classificato come corso d'acqua principale ed è soggetto al vincolo ambientale della Legge 431/1985.

7.1.5 – Lago di Endine e Lago di Gaiano

Il **Lago di Endine** costituisce certamente una particolarità sotto l'aspetto idrologico del comune di Endine, in quanto una vasta superficie lambisce il suo territorio. In passato era collegato al Lago di Gaiano, da cui si è separato in seguito alla formazione delle conoidi alluvionali generate dai torrenti montani allo sbocco sulla valle principale. Il bacino lacustre raccoglie un volume d'acqua di circa 11.93 milioni di m³, distribuiti su una superficie di 2.34 km² e sviluppati per una profondità massima di 9.4 m. Il ricambio idrico è molto limitato ed avviene grazie ai piccoli torrenti affluenti, alle sorgenti ed alle risorgive sublacuali. Dal punto vista climatico il lago appartiene alla categoria dei laghi dimittici, con due periodi di stratificazione termica intervallati da due periodi di rimescolamento delle acque superficiali e profonde. L'apporto idrico derivante dai corsi d'acqua superficiali è piuttosto modesto e ciò si traduce in una portata di deflusso nel fiume Cherio presso la stazione idrometrica di Casazza molto ridotta; per la verità tale effetto è dovuto anche al fenomeno di laminazione prodotto dal bacino lacustre, in grado di attenuare le conseguenze di rilevanti portate d'acqua.

Il **Lago di Gaiano** è un piccolo bacino lacustre, dotato di superficie pari a 0.0937 km², staccatosi dal Lago di Endine in seguito alla chiusura operata dalla conoide di Piangaiano in associazione con quella della Valle di Pantano in comune di Solto Collina. Il bacino raccoglie i contributi idrici del Monte Grione legati alla Valle di Palate ed i deflussi che avvengono lungo il versante su cui sorge la località Valle delle Fontane, oltre che gli apporti derivanti dalle numerose sorgenti ubicate in tale zona. L'unico emissario presente è il torrente Oneto, che convoglia l'acqua verso il bacino del torrente Borlezza e da qui nel Lago d'Iseo.

Entrambi i bacini lacustri, così come alcuni dei corsi d'acqua ad essi collegati, sono soggetti al vincolo della Legge Galasso.

7.1.6 – Analisi morfometrica e classificazione dei torrenti

Per poter definire con maggiore precisione le proprietà morfometriche, idrologiche ed idrauliche da cui calcolare le portate di massima piena ed approntare le verifiche idrauliche sulle sezioni critiche è stata eseguita l'analisi morfometrica dei bacini idrografici riferiti alle quattro conoidi principali, con sezione di chiusura alla sommità della conoide stessa.

L'andamento della **curva ipsografica** contenuta nelle fig. 5a, 5b, 5c e 5d costruita diagrammando il rapporto fra aree parziali ed area totale con il rapporto fra quote parziali e quota massima, rappresenta la condizione di evoluzione dei bacini percorsi dai torrenti descritti. Nel caso del bacino della Valle di Palate e di Pura l'area erosa risulta maggiore rispetto a quella ancora a disposizione e la concavità della curva è prevalentemente rivolta verso l'alto; ciò indica che i bacini, seppur non abbiano raggiunto la fase di piena maturità, si trovano comunque in uno stadio evolutivo decisamente avanzato. Per i bacini della Valle del Ferro e della Valle dei Fondi si deve invece rilevare una situazione differente, caratterizzata da una fase erosiva in atto in un contesto di notevole trasformazione tipica di uno stadio evolutivo poco avanzato.

Nella fig. 6a e 6b sono invece riportati in dettaglio i valori numerici delle determinazioni eseguite nell'analisi morfometrica dei bacini e delle rispettive conoidi; come si può notare l'estensione areale dei bacini risulta molto modesta ed accompagnata da aste fluviali di limitata lunghezza, che tuttavia in taluni casi possiedono pendenze decisamente rilevanti.

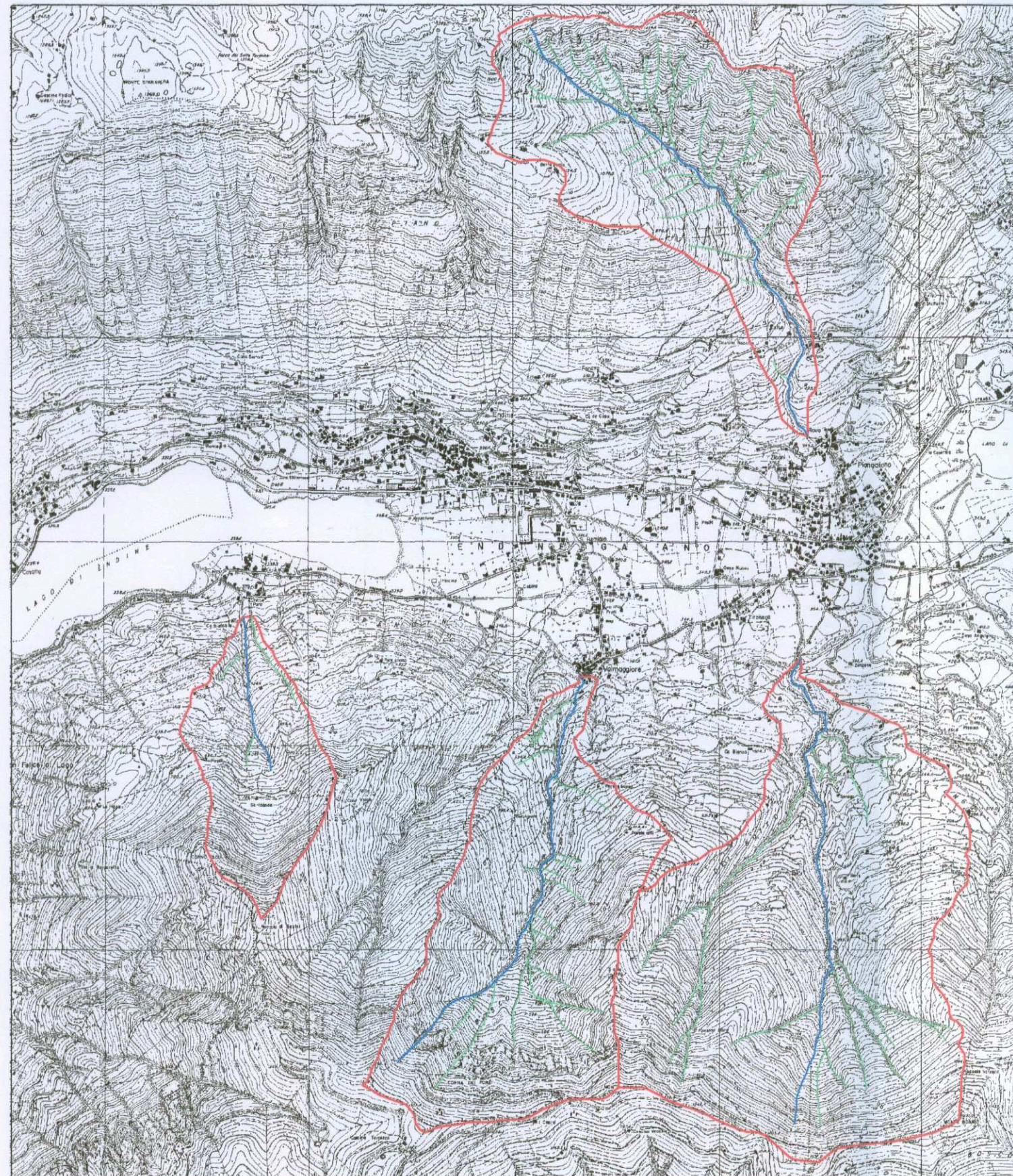
I parametri calcolati sono stati utilizzati per classificare i torrenti mediante il diagramma di Marchi riportato nella fig. 7. I torrenti che ricadono nel settore 1 sono connessi a trasporto tipo bedload, mentre quelli della categoria 2 sono sottoposti a **trasporto tipo debris-flow o debris-flood**. Tutti corsi d'acqua studiati, compatibilmente con quanto osservabile nella maggior parte delle aree alpine, sono caratterizzati da fenomeni di trasporto in massa con flusso di detriti e materiale misto; ciò significa che oltre alla pericolosità dei deflussi idrici si aggiungono i fenomeni erosivi della corrente detritica che accompagna solitamente le piene eccezionali. Ovviamente la considerazione fatta è valida per la porzione montana dei corsi d'acqua, in quanto le aste torrentizie sviluppate nella zona pianeggiante sono associate a debole pendenza dell'alveo e quindi a trasporti di fondo del materiale in carico.

7.1.7 – Stato di fatto delle conoidi alluvionali

La presente indagine a supporto della pianificazione territoriale recepisce le risultanze dello studio eseguito sulle conoidi alluvionali di Piangaiano, Tironega, Valmaggiora e San Felice, realizzato quale osservazione e proposta di aggiornamento del PAI. In quella sede sono stati approfonditi alcuni elementi che hanno condotto alla zonazione della pericolosità delle conoidi, deducendo la fattibilità geologica delle azioni di

ANALISI MORFOMETRICA DEI BACINI IDROGRAFICI

Scala 1:25.000



DATI MORFOMETRICI

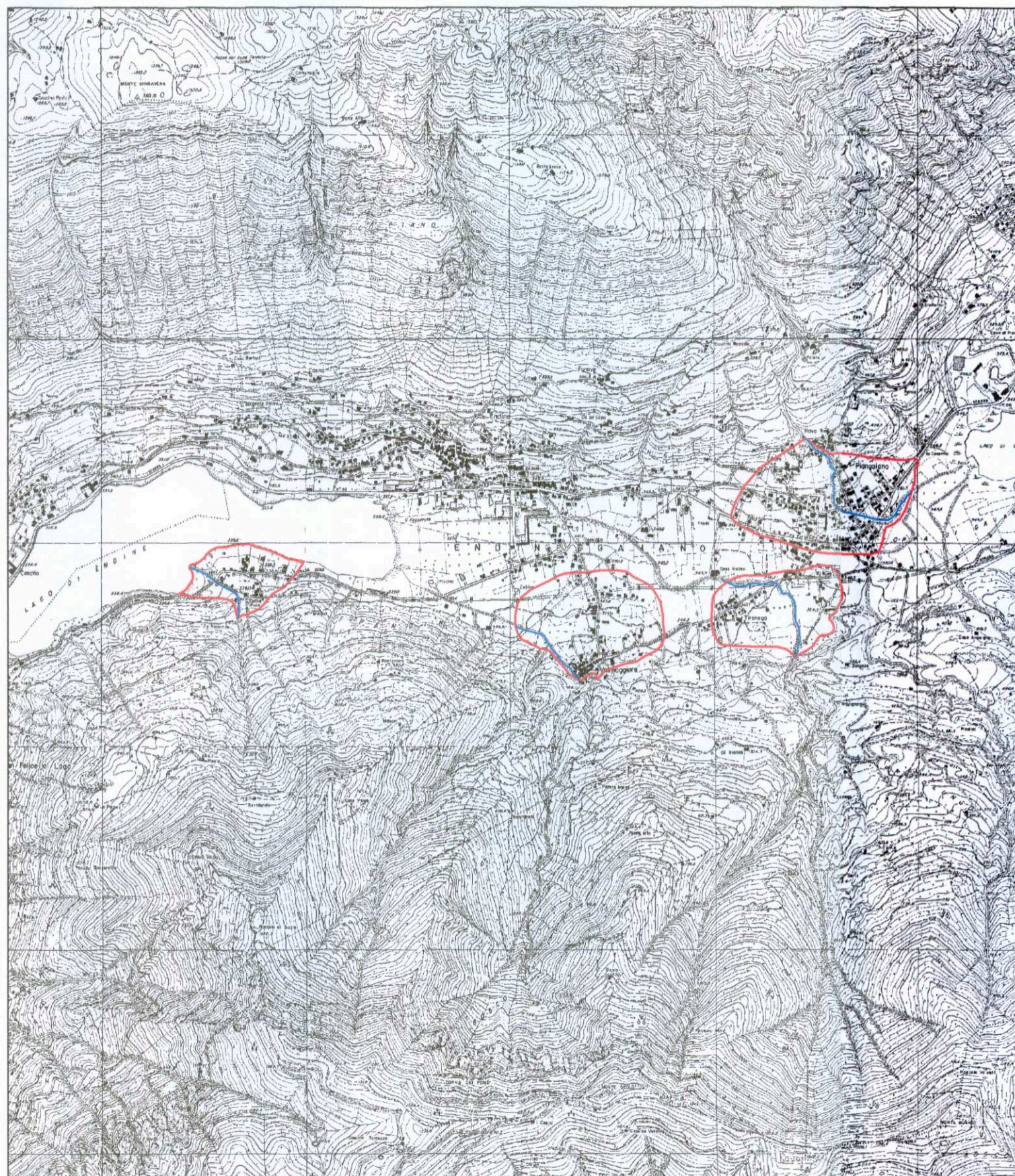
PARAMETRO	PG1	VM2	TR3	PR4
Superficie (kmq)	1.64	1.77	2.84	0.64
Quota max (m s.l.m.)	1350	1335	1275	1122
Quota min (m s.l.m.)	400	390	370	390
Lunghezza asta principale (km)	2.67	2.31	2.53	0.77
Pendenza media alveo principale (%)	32.9	35.4	28.8	38.9
Lunghezza totale rete idrografica (km)	11.69	6.91	9.88	1.62
Densità di drenaggio (km/kmq)	7.13	3.90	3.48	2.53
Indice di Melton (-)	0.74	0.72	0.54	0.91

LEGENDA

- Asta torrentizia principale
- Asta torrentizia secondaria
- Bacino idrografico
- PG1** Bacino della Valle di Palate
- VM2** Bacino della Valle dei Fondi
- TR3** Bacino della Valle del Ferro
- SF4** Bacino di Pura

ANALISI MORFOMETRICA DELLE CONOIDI

Scala 1:25.000



DATI MORFOMETRICI

PARAMETRO	PG1	VM2	TR3	PR4
Superficie (kmq)	0.34	0.29	0.21	0.12
Quota max (m s.l.m.)	400	390	370	390
Quota min (m s.l.m.)	350	345	340	335
Lunghezza massima (km)	0.57	0.54	0.45	0.36
Larghezza massima (km)	0.92	0.74	0.64	0.60
Pendenza media (%)	8.7	8.3	6.6	15.7
Lunghezza collettore (km)	0.87	0.44	0.67	0.38
Pendenza media collettore (%)	5.7	10.2	4.4	14.4
Dimensione materiale in zona apicale (mc)	0.021	0.075	0.024	0.027
Dimensione materiale in zona distale (mc)	0.001	0.075	0.002	0.002

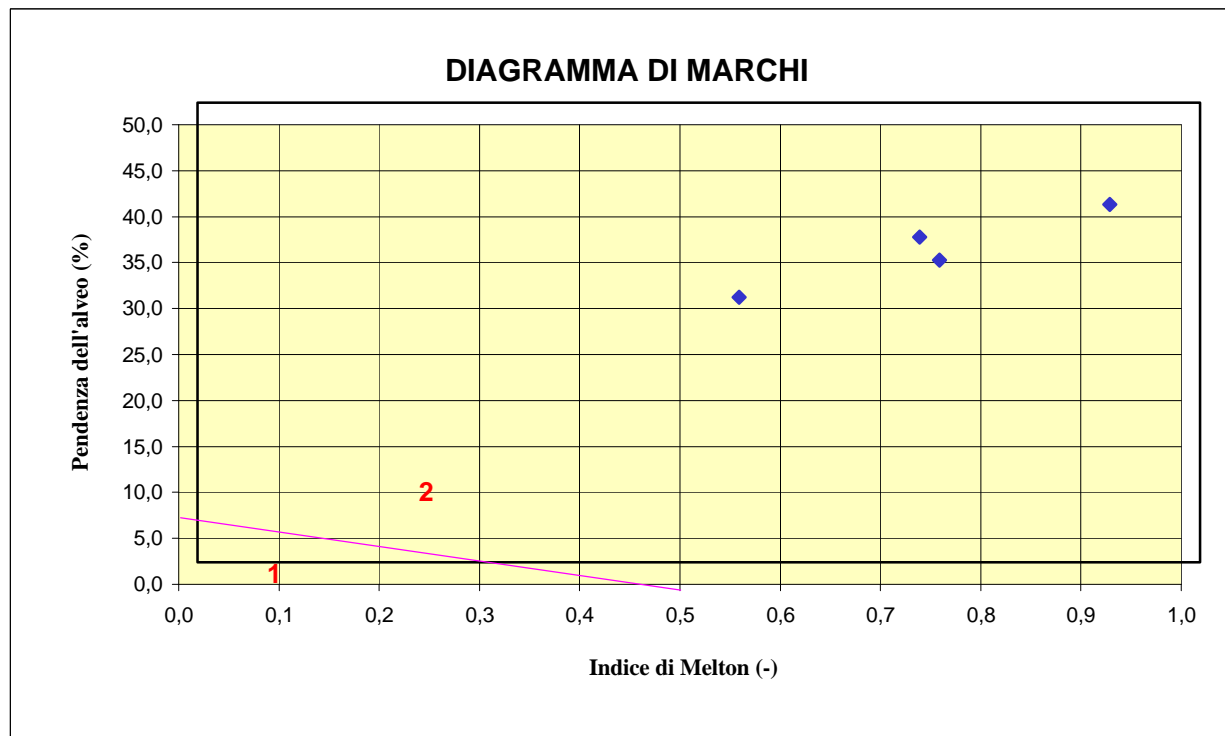
LEGENDA

- Asta torrentizia principale
- Conoide alluvionale
- PG1** Conoide di Piangaiano
- VM2** Conoide di Valmaggiore
- TR3** Conoide di Tironega
- SF4** Conoide di Pura

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

CLASSIFICAZIONE DEI TORRENTI



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

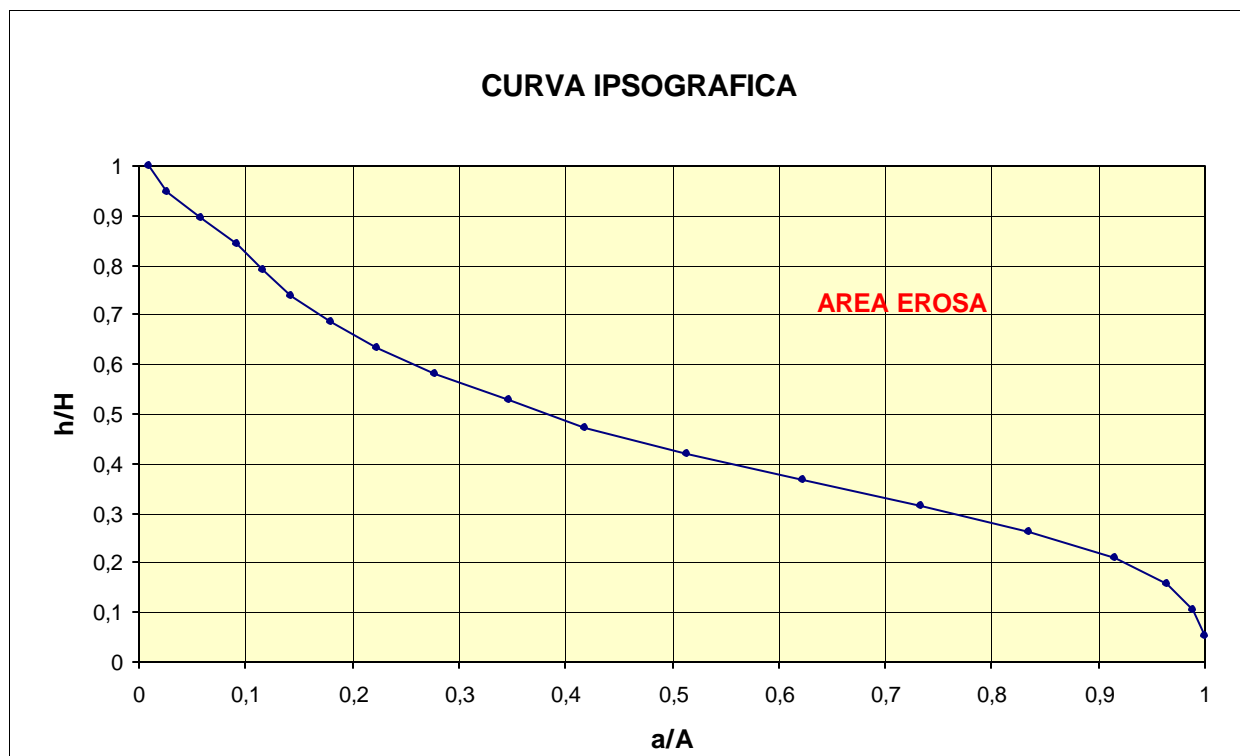
FIG. 7

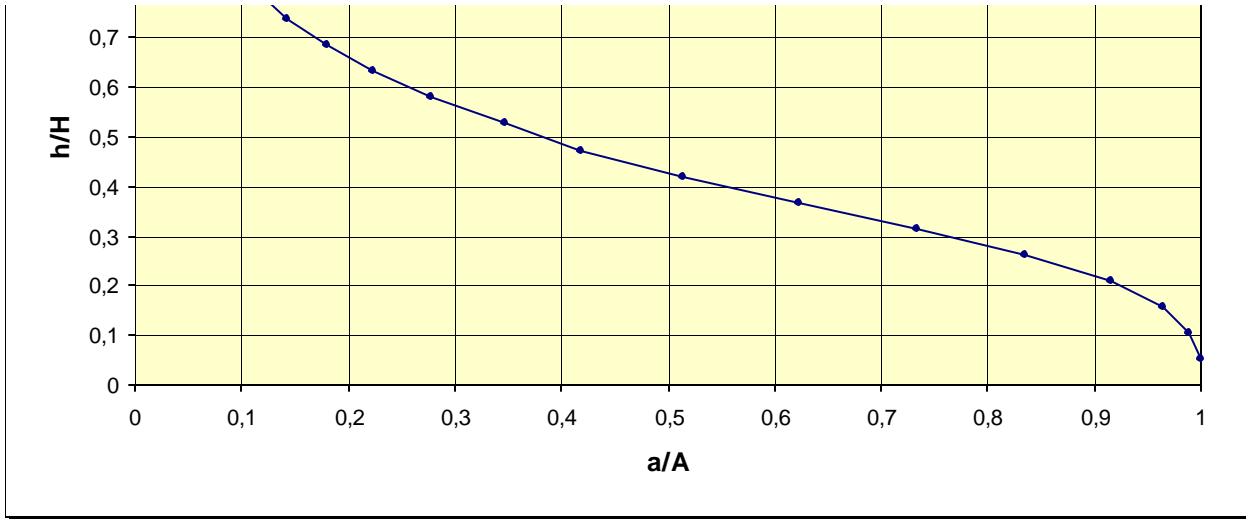
COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

VALUTAZIONE DELL'EROSIONE FLUVIALE

Bacino idrografico della Valle di Palate





STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

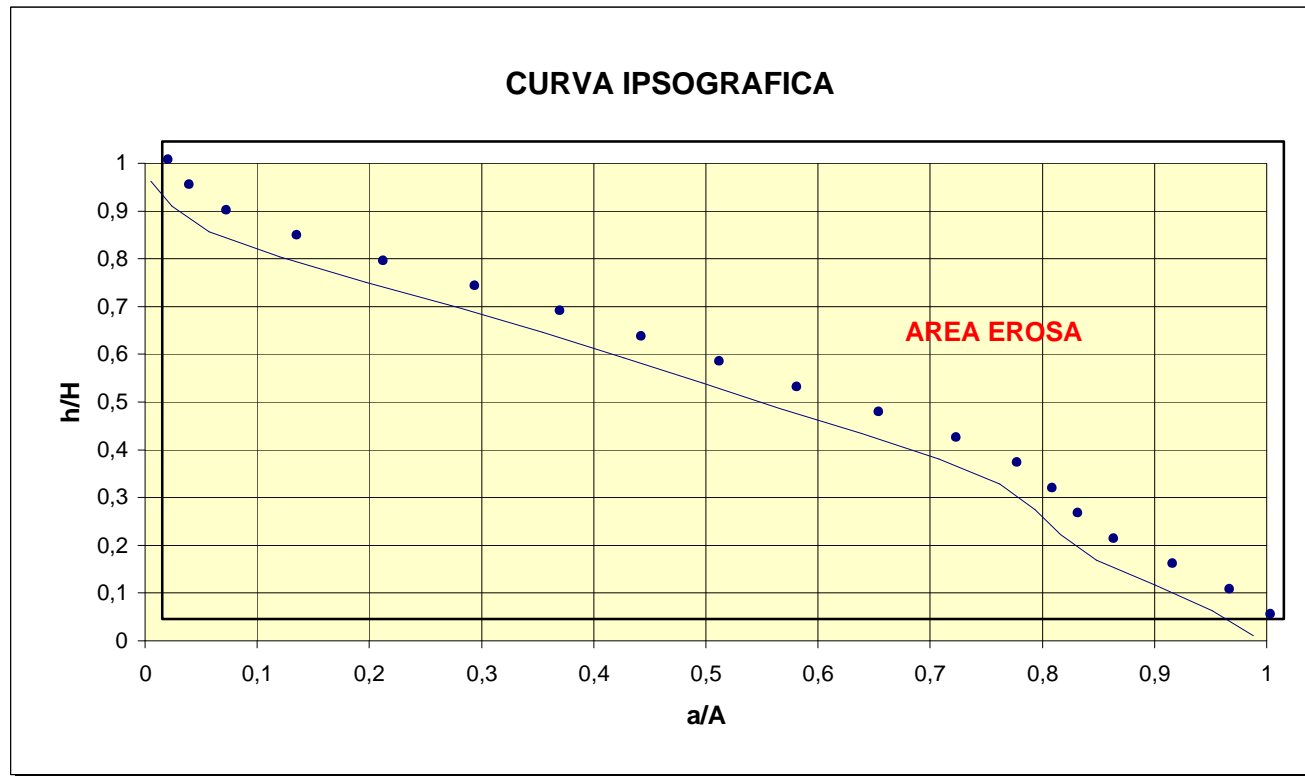
FIG. 5a

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

VALUTAZIONE DELL'EROSIONE FLUVIALE

Bacino idrografico della Valle dei Fondi



Dott. Geol. Alberto Manella

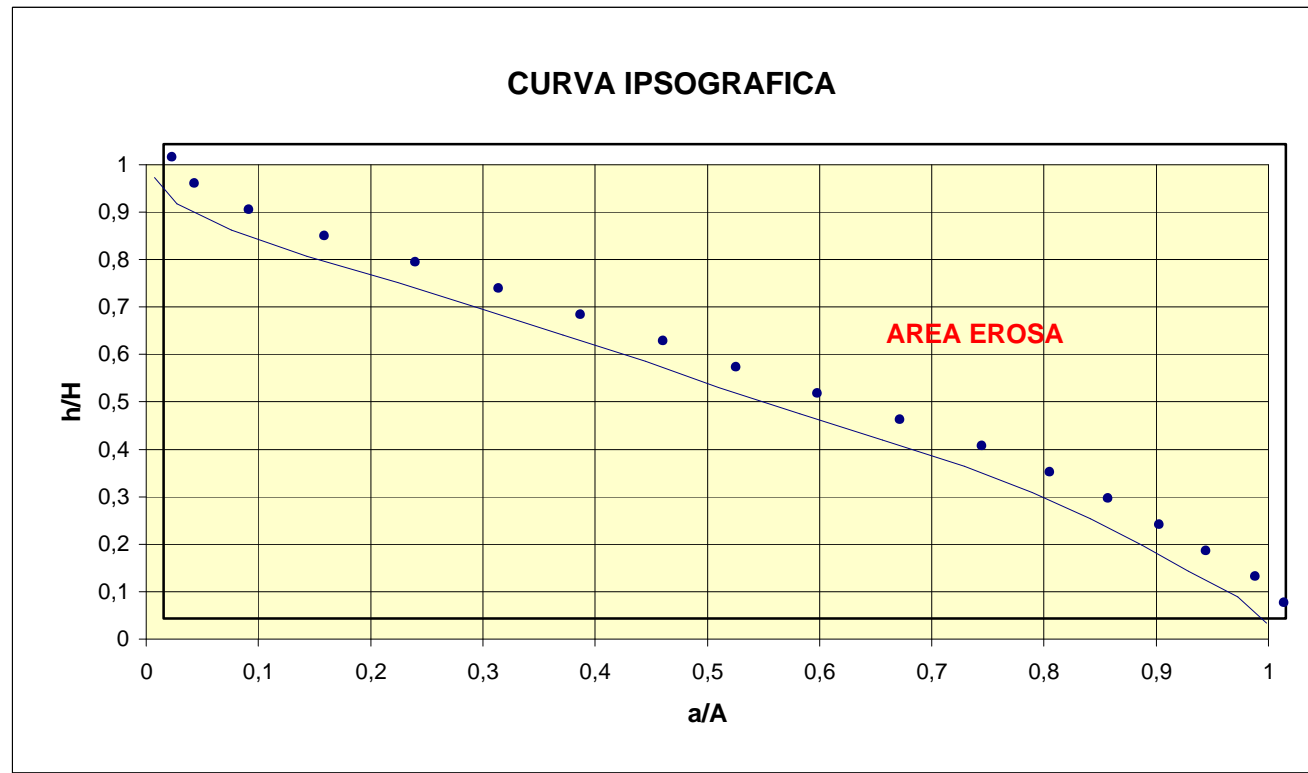
FIG. 5b

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

VALUTAZIONE DELL'EROSIONE FLUVIALE

Bacino idrografico della Valle del Ferro



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

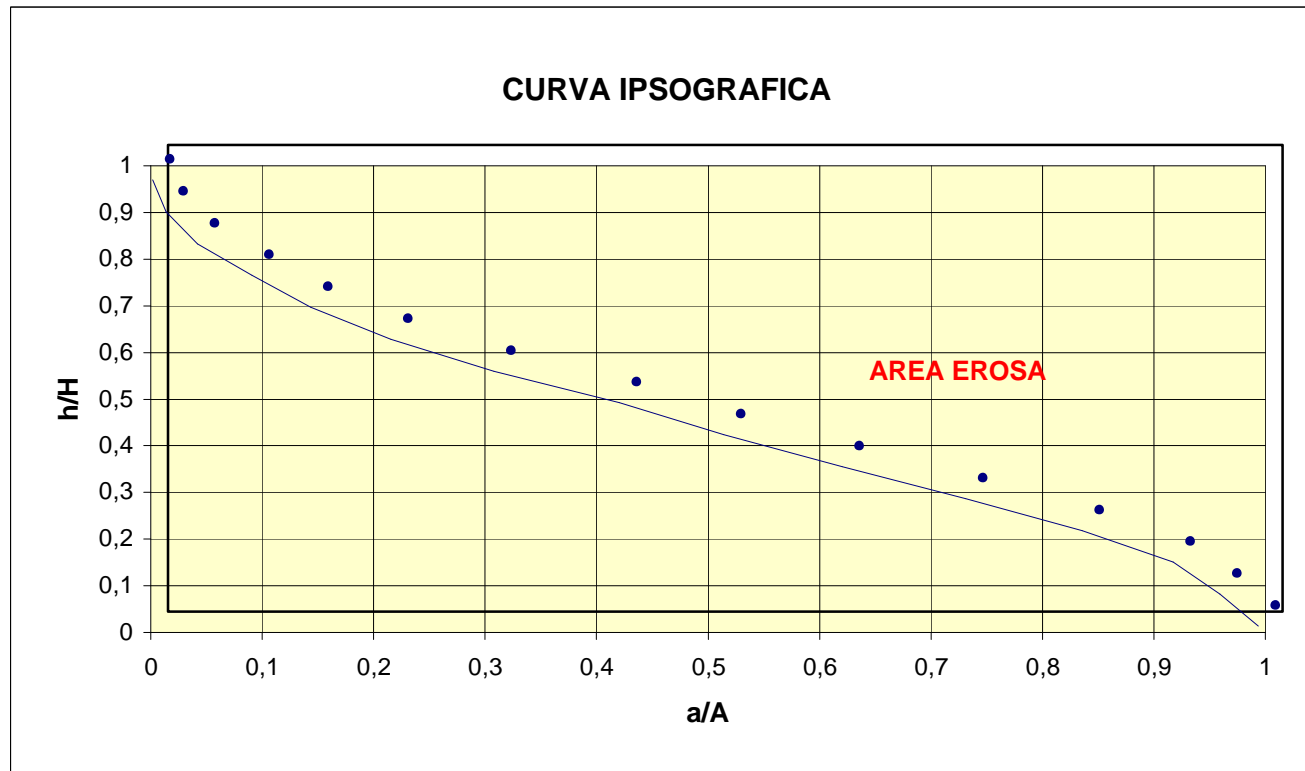
FIG. 5c

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

VALUTAZIONE DELL'EROSIONE FLUVIALE

Bacino idrografico di Pura



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

FIG. 5d

piano. Si descrive di seguito lo stato di fatto dei luoghi, con riferimento ai dissesti idrogeologici in atto o con possibilità di evoluzione sulle tre conoidi principali.

Per quanto attiene la **conoide di Piangaiano** la forte incisione valliva presente a monte determina in prossimità dell'abitato di Rova, dove il corso d'acqua appare poco approfondito, la possibilità di una divagazione con esondazione del torrente. Più a valle si trovano parecchi tratti arginati artificialmente in prevalenza con calcestruzzo e quindi in discrete condizioni di protezione dall'erosione; tuttavia la diffusa macchia vegetativa concorre a causare una riduzione della velocità della corrente, con conseguente incremento del rischio di esondazione. Tale possibilità risulta ulteriormente accentuata in corrispondenza dei ponti su via Papa Giovanni XXIII e sulla Strada Statale del Tonale, dove le sezioni di deflusso possiedono un'area inferiore a quella indispensabile per consentire il passaggio della portata di massima piena centenaria. I fenomeni erosivi si sviluppano significativamente in prossimità del settore esterno dei meandri, dove gli sforzi di taglio della corrente idrica sono più elevati.

La **conoide di Valmaggione** è connessa all'azione combinata di due torrenti che scendono a valle secondo direzioni opposte; il torrente ad E risulta molto piccolo e con modeste portate, mentre quello ad W possiede una rilevante incisione a monte ed una discreta portata idrica lungo tutto il tratto che scende verso il lago. Anche in questo caso esistono alcuni punti critici dove vi è la possibilità di esondazione del torrente, ma ciò avviene in corrispondenza di aree prative poco antropizzate e quindi con basso rischio di danni a cose o persone. In ragione dell'elevata area della sezione si registra la possibilità di esondazione lungo la conoide solo in conseguenza di elevate portate solide ed intasamento da parte della vegetazione.

Il torrente che percorre la **conoide di Tironega** è il corso d'acqua dotato di maggiore portata idrica, con una forra molto suggestiva a monte del settore apicale della conoide interessata da numerose briglie ad azione antierosiva. A valle il torrente assume un andamento meandriforme con argini in parte in calcestruzzo ed in parte in terra, con sollevamento dell'alveo. In prossimità della via Tironega la sezione del ponte risulta sottodimensionata, in quanto non in grado di garantire il deflusso idrico connesso alla portata di massima piena; inoltre appare poco estesa anche la superficie della sezione in corrispondenza del tratto arginato in terra, dove attualmente non scorre acqua per effetto della percolazione nel sottosuolo permeabile.

La ricerca dei dati storici sui fenomeni alluvionali, effettuata attraverso l'esame della documentazione a disposizione dell'Amministrazione Comunale e tramite una serie di interviste rilasciate da alcuni abitanti delle aree dissestate, ha fornito indicazioni talora frammentarie e spesso contrastanti, ma comunque concordi nell'individuare i periodi di intensa precipitazione connessi con la manifestazione di eventi calamitosi. Per ovvi motivi le maggiori informazioni sono state raccolte in un lasso di tempo ristretto, compreso fra il 1979 ed il 2000; in particolare risulta che gli anni in cui si sono verificati fenomeni alluvionali più intensi sono il 1979, il 1987, il 1997 ed il 2000, durante i quali le prolungate precipitazioni meteoriche hanno causato scompensi della rete idrica in prossimità delle località Piangaiano, Valmaggione e Tironega.

Per quanto concerne l'alluvione del mese di giugno del 1997, sono disponibili dei documenti che testimoniano i dissesti idrogeologici in corrispondenza delle seguenti zone:

- ✍ **Valle del Ferro:** rottura argini, riempimento briglie, trasporto di materiale detritico e straripamento sull'incrocio con la strada comunale di Via Campone;
- ✍ **Valle di Palate:** cedimento argini su tutto il percorso da Rova alla Strada Statale, con straripamento sull'incrocio con la stessa e su via Papa Giovanni XXIII;
- ✍ **Valle dei Fondi:** cedimento degli argini del torrente fra Valmaggione e la confluenza nel lago, con straripamento all'incrocio con la Strada Provinciale Casazza-Endine.

Tutte le informazioni raccolte, le misurazioni morfometriche eseguite e gli elementi di dissesto rilevati sulle conoidi sono stati raggruppati nelle schede conoidee allegate, compilate secondo lo schema predisposto dalla Regione Lombardia e contenuto nella D.G.R. 29-10-2001 n. 7/6645. In tali schede è stata aggiunta anche la conoide di Pura, non oggetto del suddetto studio di approfondimento ma ritenuta significativa e quindi degna di particolare attenzione.

7.1.8 – Calcolo delle portate di massima piena

Per completare le informazioni relative all'idrologia dei torrenti esaminati sono state determinate le portate di massima piena, adottando in parte metodi di calcolo analitico, che prevedono l'impostazione di un bilancio idrologico durante l'evento di piena e l'uso della precipitazione critica in grado di causare la piena stessa, in parte metodi di tipo empirico e semiempirico.

Allo scopo di definire il regime pluviometrico che condiziona il deflusso idrico dei torrenti è stata effettuata una valutazione statistica delle piogge intense, misurate ad intervalli regolari durante le 24 ore, presso la stazione pluviografica di Clusone, che risulta nei confronti dell'area in oggetto la più rappresentativa sia per la distanza alla quale si trova che per le caratteristiche geografiche che la contraddistinguono; in realtà vi è una stazione pluviografica anche a Sarnico, che avrebbe potuto essere interessante e significativa per la zona studiata, tuttavia la limitata quantità di misurazioni a disposizione non consente interpretazioni matematiche affidabili. L'elaborazione statistica dei dati pluviografici contenuti nella tabella di fig. 8a secondo la legge di distribuzione di Gumbel ha consentito di costruire le **curve di interpolazione delle piogge** (fig. 8b) e la **curva di possibilità climatica** riferita ad un periodo di ritorno pari a 100 anni (fig. 8c). Quest'ultima fornisce i valori della precipitazione intensa relativa all'intervallo temporale prescelto e consente quindi di determinare la pioggia critica correlata ad eventi alluvionali estremi. L'equazione della curva ottenuta statisticamente interpolando i punti distribuiti su un piano cartesiano è la seguente:

$$p = 43.175 t^{0.4140}$$

Il periodo di ritorno di 100 anni è stato prescelto per considerare eventi eccezionali nell'ottica degli interventi di polizia idraulica, così da predisporre le sistemazioni più

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITA'

Stazione pluviografica di Clusone

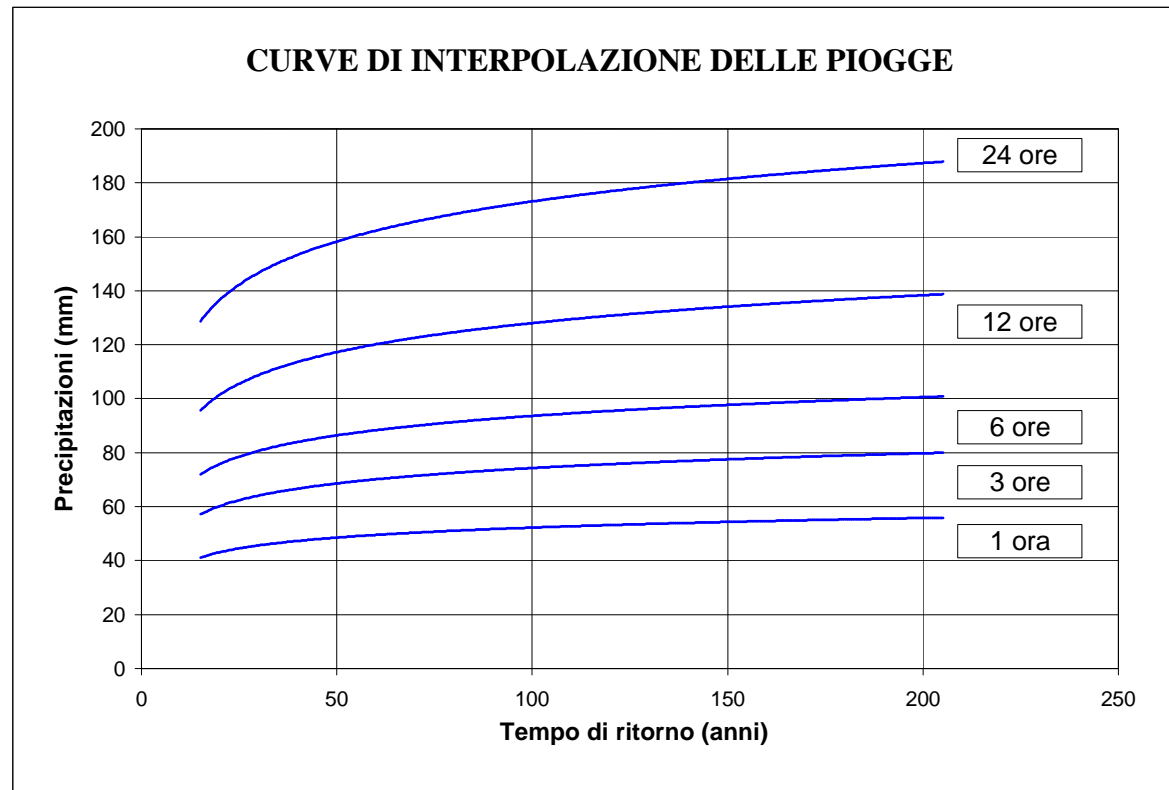
Periodo (Anno)	1 ora (mm)	3 ore (mm)	6 ore (mm)	12 ore (mm)	24 ore (mm)
1951	19,0	34,4	44,6	60,6	106,0
1952	16,6	27,2	56,0	74,8	100,6
1953	-	-	-	-	-
1954	21,0	30,0	42,4	68,4	93,2
1955	41,0	58,8	58,8	59,4	67,2
1956	23,6	28,0	34,2	46,2	74,0
1957	19,4	28,6	45,0	54,6	82,6
1958	30,6	40,8	46,0	63,0	83,6
1959	30,6	34,6	35,0	51,6	89,6
1960	19,0	37,2	50,2	74,2	106,0
1961	33,2	37,8	57,2	62,6	71,3
1962	23,4	24,6	30,2	42,8	61,4
1963	31,0	39,8	54,0	68,8	76,4
1964	26,8	30,2	55,4	82,4	109,0
1965	23,8	43,8	46,6	48,6	63,8
1966	30,8	41,6	52,6	63,4	80,6
1967	18,0	30,2	35,4	59,4	105,8
1968	15,0	22,4	33,2	38,0	57,8
1969	-	-	-	-	-
1970	33,2	33,2	44,6	77,6	109,4
1971	24,0	35,0	50,6	65,8	78,4
1972	27,6	29,8	41,0	52,2	74,8
1973	33,2	43,8	56,6	60,6	96,0
1974	17,2	30,8	36,6	43,8	59,2
1975	24,6	44,0	40,8	41,8	58,0
1976	21,0	30,4	53,0	80,0	114,4
1977	20,2	30,4	43,4	81,2	110,6
1978	22,0	40,0	51,8	93,6	97,4
1979	22,0	50,0	90,0	127,4	170,0
1980	17,4	33,8	53,2	65,4	117,0
1981	32,0	66,4	73,0	81,8	108,4
1982	29,4	37,2	40,6	56,4	83,4
1983	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-
1985	28,9	48,7	52,6	59,5	70,3
1986	26,4	28,8	32,4	40,2	40,8

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PIOGGE INTENSE

Stazione pluviografica di Clusone

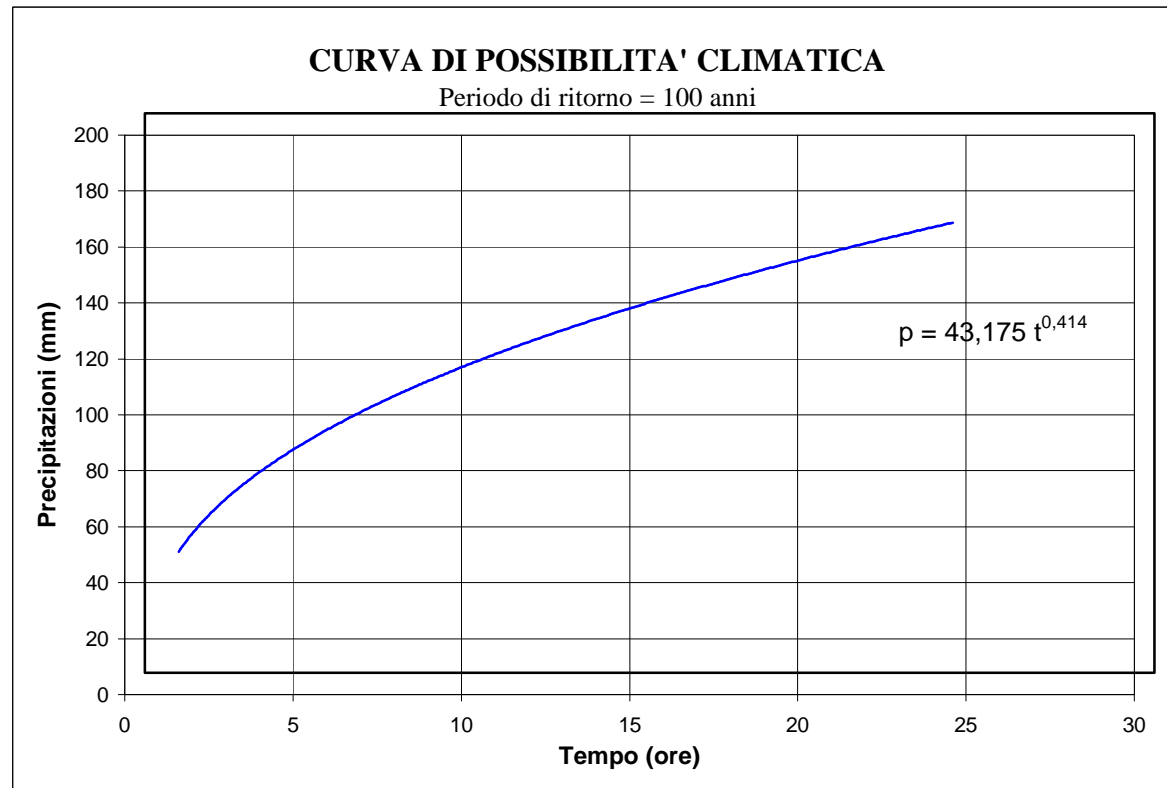


COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PIOGGE INTENSE

Stazione pluviografica di Clusone



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

ALL. 8c

opportune e programmare la pianificazione urbanistica nell'ottica di uno scenario di rischio adeguato.

La pioggia di progetto è stata calcolata inserendo nell'equazione di possibilità climatica il **tempo di corrivazione**, definito come il tempo necessario affinché una particella d'acqua caduta nel punto più lontano del bacino raggiunga la sezione considerata. La formula usata per calcolare il tempo di corrivazione è quella proposta da Giandotti (1934):

$$t_c = \frac{4 * A^{1/2} + 1.5 * L}{0.8 * h_m^{1/2}}$$

dove

A = superficie del bacino

L = lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua

h_m = altezza media del bacino.

L'esperienza comune dimostra che le varie formule a disposizione in letteratura per il calcolo della portata di massima piena forniscono risultati talora contrastanti; pertanto, allo scopo di ottenere un valore attendibile, sono stati presi in considerazione i seguenti quattro metodi:

1) Metodo di Giandotti

$$Q = \frac{0.278 * ? * ? * h * A}{? * t_c}$$

2) Metodo di Visentini

$$Q = \frac{0.35 * 5.1 * h * A}{4 * t_c}$$

3) Metodo di Razionale

$$Q = \frac{C * h * A}{3.6 * t_c}$$

4) Metodo della regionalizzazione delle portate

$$Q = A * q_{100} * (A/100)^{-2/3}$$

dove

A = superficie del bacino

t_c = tempo di corrivazione

h = precipitazione critica

?, ?, ?, C = costanti.

Il metodo della regionalizzazione ha fornito risultati molto irregolari e poco attendibili per bacini di piccole dimensioni come quelli analizzati, quindi nella determinazione della **portata di massima piena** è stata eseguita la media aritmetica dei valori ottenuti con gli altri tre metodi. La tabella seguente sintetizza le portate ricavate espresse in m³/s:

Metodo	Piangaiano N. 1	Valmaggione N. 2	Tironega N. 3	Pura N. 4
Razionale	14.42	15.74	22.53	7.96
Giandotti	20.20	22.06	31.57	13.95
Visentini	12.87	14.05	20.11	7.11
Regionaliz.	83.58	85.74	100.37	61.08
Media	15.83	17.28	24.73	9.67

7.1.9 – Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche sono state eseguite utilizzando la sola portata liquida in corrispondenza di quattro sezioni critiche dei torrenti lungo le conoidi alluvionali, dove risulta maggiore il rischio di esondazione. Impiegando le misure dirette eseguite in sito è stato possibile controllare il livello idrometrico raggiungibile dal corso d'acqua e definirne quindi le condizioni di sicurezza nei confronti di fenomeni di esondazione (figg. 9a, 9b, 9c e 9d).

La **velocità della corrente idrica** è stata determinata attraverso la formula di Chezy:

$$V = n^{-1} * r^{1/6} * (r * i)^{1/2}$$

dove

n = coefficiente di scabrezza (Manning)

r = raggio idraulico della sezione

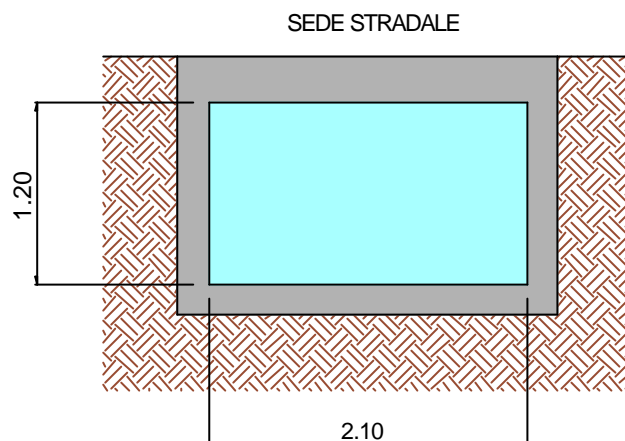
i = pendenza dell'aveo.

Raffrontando l'area della sezione disponibile con quella necessaria per garantire il deflusso dell'acqua è stato osservato che, in rapporto alla velocità della corrente fluviale, i

VERIFICA IDRAULICA

Conoide di Piangaiano n. 1 - Sezione su via Papa Giovanni XXIII

Scala 1:50

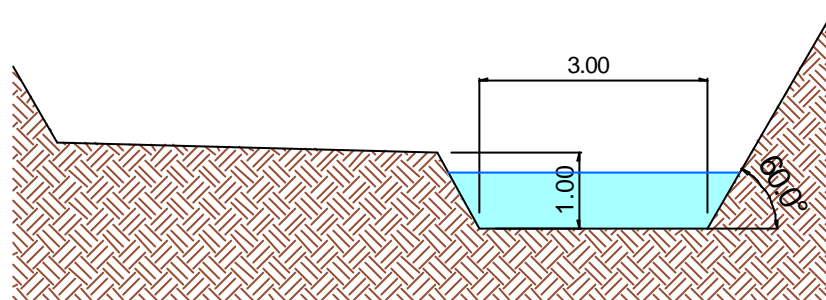


PARAMETRI IDROLOGICI	PARAMETRI IDRAULICI	DATI DI CALCOLO
Tempo di corrivazione (ore) 0.52	Area della sezione di verifica (mq) 2.52	Area disponibile di deflusso (mq) 2.52
Altezza critica di precipitazione (mm) 32.93	Raggio idraulico (m) 0.38	Area necessaria per il deflusso (mq) 3.32
Portata liquida con T=100 anni (mc/s) 15.83	Pendenza dell'alveo (-) 0.054	Altezza idrometrica di piena (m) 1.20
Portata solida (mc/s) -	Coefficiente di scabrezza (-) 0.025	Franco del livello di piena (m) 0.00
Portata di massima piena (mc/s) 15.83	Velocità della corrente (m/s) 4.76	Possibilità di esondazione si

VERIFICA IDRAULICA

Conoide di Valmaggione n. 2 - Sezione presso la Valle dei Cerri

Scala 1:100



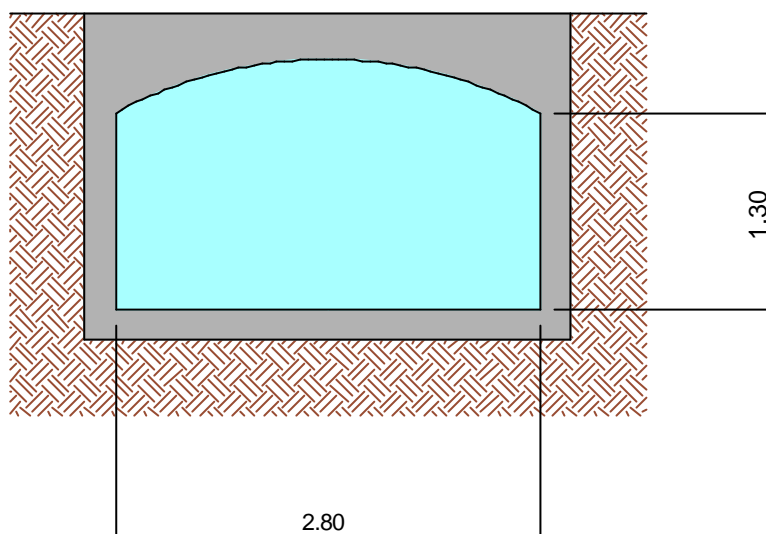
PARAMETRI IDROLOGICI	PARAMETRI IDRAULICI	DATI DI CALCOLO
Tempo di corrivazione (ore) 0.51	Area della sezione di verifica (mq) 2.49	Area disponibile di deflusso (mq) 3.57
Altezza critica di precipitazione (mm) 32.67	Raggio idraulico (m) 0.53	Area necessaria per il deflusso (mq) 2.49
Portata liquida con T=100 anni (mc/s) 17.28	Pendenza dell'alveo (-) 0.072	Altezza idrometrica di piena (m) 0.73
Portata solida (mc/s) -	Coefficiente di scabrezza (-) 0.025	Franco del livello di piena (m) 0.27
Portata di massima piena (mc/s) 17.28	Velocità della corrente (m/s) 7.03	Possibilità di esondazione no

Studio geologico a supporto della pianificazione territoriale

VERIFICA IDRAULICA

Conoide di Tironega n. 3 - Sezione su via Tironega

Scala 1:50

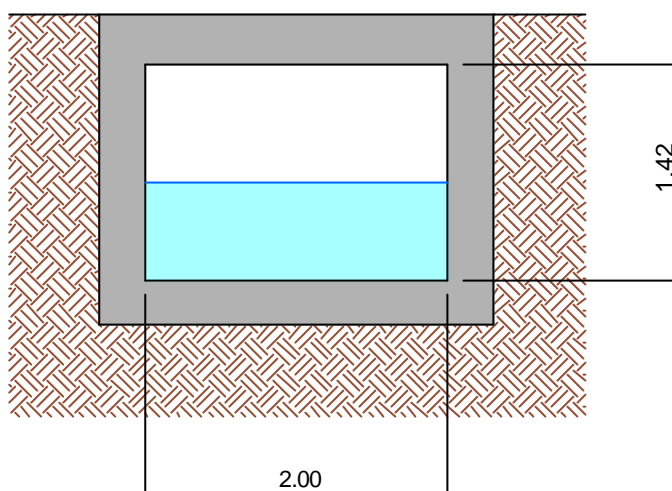


PARAMETRI IDROLOGICI	PARAMETRI IDRAULICI	DATI DI CALCOLO
Tempo di corrivazione (ore) 0.62	Area della sezione di verifica (mq) 4.30	Area disponibile di deflusso (mq) 4.30
Altezza critica di precipitazione (mm) 35.42	Raggio idraulico (m) 0.52	Area necessaria per il deflusso (mq) 5.30
Portata liquida con T=100 anni (mc/s) 24.73	Pendenza dell'alveo (-) 0.034	Altezza idrometrica di piena (m) 1.65
Portata solida (mc/s) -	Coefficiente di scabrezza (-) 0.025	Franco del livello di piena (m) 0.00
Portata di massima piena (mc/s) 24.73	Velocità della corrente (m/s) 4.66	Possibilità di esondazione sì

VERIFICA IDRAULICA

Conoide di Pura n. 4 - Sezione su via San Felice

Scala 1:50



PARAMETRI IDROLOGICI	PARAMETRI IDRAULICI	DATI DI CALCOLO
Tempo di corrivazione (ore) 0.28	Area della sezione di verifica (mq) 1.28	Area disponibile di deflusso (mq) 2.84
Altezza critica di precipitazione (mm) 25.48	Raggio idraulico (m) 0.52	Area necessaria per il deflusso (mq) 1.28
Portata liquida con T=100 anni (mc/s) 9.67	Pendenza dell'alveo (-) 0.137	Altezza idrometrica di piena (m) 0.64
Portata solida (mc/s) -	Coefficiente di scabrezza (-) 0.025	Franco del livello di piena (m) 0.78
Portata di massima piena (mc/s) 9.67	Velocità della corrente (m/s) 7.90	Possibilità di esondazione no

torrenti della Valle dei Fondi e di Pura non corrono rischio alcuno di esondazione, mentre gli altri sono dotati di sezioni insufficienti a garantire il deflusso di una piena eccezionale. Il quadro idraulico diviene ulteriormente più preoccupante considerando che durante le piene vi è una portata solida elevata che si somma a quella liquida, rallentando progressivamente il deflusso dell'acqua. Pertanto particolare attenzione dovrà essere posta ai punti di crisi idraulica indicati nella Carta di Sintesi, che corrispondono alle zone di riduzione della sezione di deflusso dove si possono innescare manifestazioni di dissesto idrogeologico.

I dati morfometrici ed idraulici contenuti nel presente studio rappresentano un punto di riferimento per eventuali verifiche successive, da eseguire in modo dettagliato e con dati geometrici assunti mediante rilievo topografico diretto, laddove sono previsti interventi antropici legati a possibile interferenza con i corsi d'acqua.

7.2 – IDROGEOLOGIA

L'assetto idrogeologico del territorio di Endine è determinato dalla conformazione geologica della zona, che configura un sistema idrico estremamente articolato con rapporti incerti fra le acque superficiali e quelle sotterranee. Lo stazionamento ed il movimento delle acque sotterranee avvengono lungo direttrici irregolari e non facilmente individuabili nella porzione collinare, mentre per le falde del sottosuolo di fondovalle si individuano con relativa precisione tipologia e proprietà dei corpi acquiferi. La raccolta di materiale di natura idrogeologica è avvenuta tramite la consultazione degli archivi della Provincia di Bergamo e dell'Ufficio Tecnico Comunale, integrando i dati con alcuni documenti reperiti presso archivi personali. Si segnala che i dati raccolti sono risultati spesso contrastanti e frammentari, sia per i disguidi dovuti al recente passaggio di competenze in materia di acque sotterranee dal Genio Civile alla Provincia, che per l'assenza di documentazione tecnica adeguatamente approfondita sulle opere di captazione esistenti.

7.2.1 – Struttura idrogeologica del sottosuolo

Le informazioni che hanno permesso di ricostruire la geometria delle unità litostratigrafiche che costituiscono il sottosuolo e la distribuzione delle acque sotterranee sono state desunte dall'esame dei dati a disposizione presso i **pozzi per acqua** presenti sul territorio.

Fra le poche stratigrafie disponibili, riportate in allegato, assume maggiore valenza idrogeologica quella appartenente al pozzo della ditta Tessfilca, sia per la profondità raggiunta che per l'ubicazione rappresentativa delle aree di fondovalle; per quanto riguarda invece i pozzi della ditta Cantamessa la modesta profondità alla quale si sviluppano ed il rapido raggiungimento del substrato roccioso non consentono interpretazioni sufficientemente attendibili. Del resto la frammentarietà dei dati e le poche stratigrafie

raccolte non ha consentito di ricostruire sezioni idrogeologiche in grado di rappresentare la natura e la distribuzione dei corpi acquiferi sotterranei.

Sintetizzando gli elementi desumibili dai pozzi a disposizione si possono identificare nella zona subpianeggiante di fondovalle le seguenti unità, raggruppate in litozone, che compongono il sottosuolo dell'area di Endine Gaiano:

1) litozona limo-argillosa

è situata in superficie con spessori compresi fra pochi metri ed alcune decine di metri, con geometrie lentiformi ed irregolari; dal punto di vista granulometrico è costituita da argille e limi laminati di origine lacustre con intercalazioni di livelli torbosi più sviluppati a ridosso delle zone paludose del Lago di Endine e del Lago di Gaiano; spesso in tale litozona si formano piccoli accumuli idrici di modesta portata collegati agli apporti lacustri e/o dai versanti montani;

2) litozona ghiaioso-sabbiosa

si sviluppa generalmente con scarsa continuità spaziale al di sotto della litozona limo-argillosa; è formata prevalentemente da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi con scarsi contenuti in materiale limoso; nella zona dell'insediamento della ditta Cantamessa la litozona ghiaioso-sabbiosa raggiunge spessori di alcuni metri;

3) litozona calcarea

si tratta del substrato roccioso calcareo e calcareo-marnoso che costituisce il letto dei sedimenti quaternari continentali, a cui appartengono le due litozone precedenti; in corrispondenza del pozzo Tessfilca non è stata individuata sino a 42 m di profondità, a conferma della presenza di una spessa coltre di riempimento detritico del fondovalle; presso la cava di proprietà della ditta Cantamessa invece i pozzi trivellati hanno raggiunto il substrato roccioso dopo pochi metri.

I rapporti spaziali fra le litozone descritte sono spesso molto complicati e non sempre è possibile individuare un assetto geometrico schematico; infatti i vari litotipi sono organizzati in corpi lentiformi dotati di frequenti passaggi laterali mediante interdigitazione e sfrangiamenti irregolari.

I pozzi censiti sono stati ubicati nella Carta Idrogeologica e distinti in relazione alla tipologia d'uso degli stessi; la numerazione riportata si riferisce ai soli pozzi per i quali è stato identificato il proprietario e che vengono indicati nella tabella seguente:

Numero	Proprietario	Ubicazione	Uso
1	Tessfilca S.r.l.	Via San Remigio	Industriale
2	F.lli Cantamessa S.p.A.	S.S. n. 42	Industriale
3	F.lli Cantamessa S.p.A.	S.S. n. 42	Industriale
4	Nuova C.F.E. - F.lli Cantamessa S.p.A.	S.S. n. 42	Industriale
5	Sig. Bonomelli	S.S. n. 42	Irriguo
6	Sig. Lavezzi	S.S. n. 42	Irriguo

Per completare le informazioni sulla natura e le proprietà idrogeologiche del sottosuolo, è stato suddiviso il territorio in **classi di permeabilità**, utilizzando il seguente schema:

- ≠ complesso quaternario a permeabilità elevata = depositi detritici di versante
- ≠ complesso quaternario a permeabilità media = Complesso dell'Oglio
- ≠ complesso quaternario a permeabilità medio-bassa = depositi fluviolacustri
- ≠ complesso roccioso a permeabilità primaria bassa e secondaria elevata = substrato roccioso calcareo
- ≠ complesso roccioso a permeabilità primaria e secondaria bassa = substrato roccioso argillitico e calcareo-marnoso.

7.2.2 – Piezometria della falda di fondovalle

La stratigrafia dei pozzi comprende anche la misura del livello piezometrico alla fine della perforazione; trattandosi di opere realizzate in tempi diversi la correlazione fra le rilevazioni effettuate può risultare poco precisa. I dati misurati consentono di intercettare attendibilmente la profondità della superficie piezometrica, la cui soggiacenza varia da 1.0 a 4.0 m; i pozzi a disposizione sono insufficienti a ricostruire la geometria del tetto della falda libera, per la quale non è possibile definire il gradiente idraulico e la localizzazione di eventuali assi drenanti sotterranei. In ogni caso è certo che il movimento delle acque contenute nell'acquifero di fondovalle avviene lungo la direttrice SW-NE a monte di Piangaiano, mentre a valle assume andamento E-W secondo lo sviluppo dell'asse vallivo.

7.2.3 – Caratteristiche delle falde idriche sotterranee nel substrato roccioso

La circolazione delle acque sotterranee avviene nel substrato roccioso secondo direttrici corrispondenti alla geometria dei corpi stratificati che governano l'assetto strutturale del sito, ma si può ipotizzare un fitto ed articolato reticolo di infiltrazione e percolazione che rende il sistema drenante sotterraneo molto complicato ed imprevedibile. L'acquifero montano è localizzato probabilmente all'interno delle unità carbonatiche, limitate inferiormente dall'Argillite di Riva di Solto, la cui permeabilità risulta estremamente ridotta; in aggiunta non si esclude la presenza di falde meno produttive localizzate all'interno dei depositi di copertura superficiale dotati di elevata permeabilità.

Le numerose sorgenti cartografate confermano e configurano una grande ricchezza di acque sotterranee nella struttura geologica formata dalle faglie e dalle pieghe, ma anche nella coltre superficiale sciolta disposta sopra il substrato roccioso.

I rapporti fra la falda di fondovalle e gli accumuli idrici contenuti nel substrato roccioso risultano allo stato attuale sconosciuti, visto che non si dispone di prospezioni geognostiche di dettaglio. La direzione di flusso delle acque sotterranee è stata pertanto

ipotizzata ripercorrendo l'andamento della superficie topografica, dell'orografia dei versanti e della stratificazione dei corpi rocciosi.

La distinzione dei corpi geologici, operata nella Carta Idrogeologica, in classi di permeabilità evidenzia la distribuzione dei terreni quaternari e delle rocce triassico-giurassiche, fornendo indicazioni sintetiche sulla distribuzione dell'acquifero montano e di quello di pianura.

7.2.4 – Sorgenti

Il territorio comunale di Endine Gaiano è servito per il proprio fabbisogno idrico da una rete acquedottistica gestita dal Consorzio Acquedotto Due Valli Cavallina e Calepio e dalla Val Cavallina Servizi, che captano le acque da sorgenti ubicate sul territorio stesso di Endine. Nella Carta Idrogeologica sono riportate la rete acquedottista principale ed i vari serbatoi di carico, oltre che le sorgenti ad uso idropotabile da cui proviene l'acqua per il consumo umano; in aggiunta sono indicate anche molte sorgenti minori private, talora captate ma spesso anche abbandonate in uno stato di scadente conservazione.

Le sorgenti captate a scopo idropotabile, per le quali sono state compilate le schede allegate con riferimento all'ubicazione ed alle proprietà che le contraddistinguono, sono la **Sorgente Giolco** in via Perlisa, la **Sorgente Melighera** in via Gandino e la **Sorgente Grione** in località Valle delle Fontane. La prima appartiene al comprensorio dell'Acquedotto Due Valli, mentre le altre sono gestite dalla Val Cavallina Servizi. L'origine della Sorgente Giolco e Melighera è da attribuire ad un **contrasto di permeabilità** fra le rocce calcaree e quelle argillitiche in continuità stratigrafica, che fa traboccare le acque accumulate in bacini profondi collegati alla superficie tramite un sistema di fratture e discontinuità; la Sorgente Grione è legata ad un **contatto tettonico** fra la Dolomia Principale ed il Calcarea di Zorzino, anch'essi dotati di ammassi rocciosi a differente grado di permeabilità. Localmente, per quanto riguarda le sorgenti minori, si può ipotizzare anche un'altra origine, legata all'accumulo d'acqua nel terreno di copertura superficiale a permeabilità medio-alta ed al rispettivo scorrimento al di sopra del substrato roccioso, ovviamente caratterizzato da permeabilità primaria ridotta.

Per quanto concerne le portate indicate nelle schede allegate si segnala che i documenti ritrovati forniscono indicazioni spesso contrastanti; pertanto è opportuno recepire i dati di portate quali valori di puro riferimento con attendibilità da accertare.

7.2.5 – Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità di un corpo acquifero rappresenta la suscettibilità dello stesso ad essere interessato da fenomeni di introduzione, propagazione e persistenza di mezzi inquinanti provenienti dalla superficie topografica o da pozzi adiacenti. I fattori che ne condizionano lo sviluppo sono sostanzialmente tre:

- ? profondità del livello piezometrico e tipologia della falda idrica
- ? caratteristiche litologiche del terreno insaturo
- ? spessore del terreno insaturo.

La definizione della vulnerabilità degli acquiferi posti nel sottosuolo del territorio di Endine è stata eseguita valutando tutti gli elementi che concorrono a stabilirla e che possono in qualche modo contribuire a modificare le condizioni di rischio idrogeologico. Pertanto nella Carta Idrogeologica sono stati inseriti anche gli elementi antropici, in quanto rappresentano fattori potenziali di inquinamento così come riduttori delle fonti di contaminazione delle acque sotterranee.

Gli elementi antropici contenuti nella carta riguardano la localizzazione della **rete acquedottistica e fognaria** principali, con ubicazione dei serbatoi di accumulo idrico impiegati per la pressurizzazione e la distribuzione dell'acqua nelle tubazioni, desunti dai documenti forniti dal Comune di Endine e della Val Cavallina Servizi. Le aree antropizzate sprovviste della fognatura sono state segnalate quali centri di pericolo per inquinamento derivante da **scarico nel suolo**; in ogni caso l'area urbanizzata situata attorno alle sorgenti pubbliche risulta interamente servita dal sistema fognario. La **piattaforma ecologica** da un lato e le **attività estrattive** dall'altro costituiscono due elementi di potenziale rischio di contaminazione. Allo stesso modo la suddivisione delle varie tipologie d'uso del suolo, distinguendo le aree urbanizzate da quelle interessate da attività agricola, industriale o zootecnica, consente di individuare comparti territoriali ove si possono creare differenti modalità di inquinamento ed effetti negativi sulla qualità delle acque sotterranee.

Le analisi chimiche allegate contengono indicazioni interessanti per quanto attiene il chimismo delle acque destinate al consumo umano; come si nota la concentrazione dei vari elementi e sostanze esaminati ne fanno dedurre la potabilità e la possibilità di immissione nell'acquedotto. La buona qualità dell'acqua è dovuta alla localizzazione profonda dei punti di provenienza delle acque sorgive.

La determinazione del grado di vulnerabilità degli acquiferi sul fondovalle è stata eseguita in forma qualitativa in relazione ai pochi dati disponibili sui pozzi esistenti, ottenendo un **grado di vulnerabilità da medio a basso**, motivato principalmente dalla presenza di un terreno insaturo di natura limo-argillosa a permeabilità bassa. La ridotta soggiacenza della falda pone comunque la necessità di attuare particolare attenzione ad operazioni che interferiscano con la falda libera, anche se quest'ultima non è attualmente oggetto di captazione alcuna a scopo idropotabile.

8 – VINCOLI AMBIENTALI

I vincoli ambientali rappresentano nella gestione delle trasformazioni territoriali dei punti di riferimento con i quali i cittadini si devono confrontare per garantire la compatibilità fra l'intervento previsto ed il rispetto delle peculiarità paesaggistiche dell'area. La tipologia e la localizzazione dei vincoli è stata definita attraverso l'esame degli elementi fisico-naturali e delle strutture antropiche esistenti sul territorio di Endine Gaiano, ricercando negli archivi dell'Autorità di Bacino del Po, della Regione Lombardia e dell'Ufficio Tecnico Comunale le informazioni necessarie per la corretta delimitazione delle aree tutelate.

I vincoli esistenti sono stati inseriti nella Carta dei Vincoli (tav. 4) redatta su tutto il territorio in scala 1:10.000.

8.1 – VINCOLO IDROGEOLOGICO R.D. 30/12/1923, N. 3267

E' stato istituito nell'intento di prevenire ed arrestare il dissesto del suolo, conseguente ad interventi di disboscamento irrazionale. Il territorio di Endine è ampiamente interessato da tale vincolo in tutti i settori altimetricamente più rilevati dei versanti montani.

8.2 – VINCOLO D.Lgs. 18/08/2000, N. 258

Il decreto legislativo n. 258 contiene le disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 152/1999, che a sua volta costituisce la normativa di riferimento in materia di acque. L'art. 5 del D.Lgs. 258/2000 prevede l'istituzione di zone di rispetto dalle opere di captazione ad uso idropotabile, secondo quanto già stabilito in passato dal D.P.R. 236/1988. La zona di rispetto dalle sorgenti pubbliche ad uso idropotabile è stata definita con criterio geometrico, secondo le norme contenute nella D.G.R. 27-06-1996, n. 6/15137, tracciando un cerchio con centro nell'opera di captazione esteso a monte con un raggio pari a 200 m e delimitato a valle dall'isoipsa passante per la captazione; la zona di tutela assoluta è costituita invece da un cerchio di uguale centro e raggio pari a 10 m. Il criterio adottato risulta adeguato rispetto alle condizioni idrogeologiche del sottosuolo ed alle caratteristiche morfologiche del versante, dotato di una discreta acclività; pertanto tutelare per 200 m il settore a valle appare illogico e soprattutto inutile per la conservazione della qualità della risorsa idrica.

8.3 – VINCOLO D.P.R. 10/09/1990, N. 285

Si riferisce all'istituzione nell'art. 57 della fascia di rispetto cimiteriale che per i comuni con un numero di abitanti inferiore a 10.000 è pari a 50 m. Nell'ambito del territorio esaminato sono presenti tre cimiteri di modesta estensione in località San Remigio, Rova e San Felice.

8.4 – VINCOLO LEGGE 08/08/1985, N. 431

Si tratta della cosiddetta Legge Galasso, che ha istituito mediante l'art. 1 l'ampiezza della fascia di rispetto riferita ai corsi d'acqua ed ai laghi contenuti nell'elenco delle acque pubbliche. Nell'area d'indagine sono vincolati con una fascia di rispetto di 150 m i corsi d'acqua della Valle di Palate, della Valle del Ferro, della Valle dei Fondi e della Valle di Pantano che scende da Solto Collina; inoltre è soggetto al medesimo vincolo anche il torrente Oneto. I due laghi esistenti sono entrambi vincolati con una fascia di rispetto di 300 m.

8.5 – VINCOLO LEGGE 29/06/1939, N. 1497

E' la legge emanata per la protezione delle bellezze naturali ai sensi della quale sono previste richieste di autorizzazione paesistica nelle zone vincolate; recentemente è stata integrata dal Decreto Legislativo 29-10-1999, n. 490, che contiene in un testo unico le disposizioni legislative in materia di beni culturali ed ambientali. Le aree soggette a questo vincolo in comune di Endine sono localizzate a ridosso delle fasce costiere del Lago di Endine, seguendo il percorso della Strada Provinciale n. 76 e della Strada Statale n. 42.

8.6 – VINCOLI PAI

Il territorio di Endine Gaiano contiene al suo interno numerose perimetrazioni operate dall'Autorità di Bacino del Po e derivanti da dissesti idrogeologici e gravitativi. Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico adottato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po n. 18-2001 del 26-04-2001 indicava originariamente come area di conoide attiva le conoidi di Piangaiano, Tironega, Valmaggiora e San Felice. Successivamente ad uno studio di dettaglio il Comune di Endine ha proposto l'aggiornamento del PAI distinguendo zone di conoide attiva parzialmente protetta e zone di conoide protetta, così come riportato nella Carta dei Vincoli. In aggiunta sono state individuate dal PAI alcune aree di frana attiva e di frana quiescente, situate all'estremità meridionale del territorio comunale alle pendici dei Monti Torrezzo, Sicolo e Boario; per questi dissesti non è stato eseguito alcun studio di approfondimento e pertanto le

perimetrazioni dell’Autorità di Bacino sono state recepite senza modifiche e tenute in considerazione per la definizione delle classi di fattibilità geologica.

8.7 – VINCOLO DEL POLO ESTRATTIVO AP7c

Il vincolo in senso lato è dovuto alla presenza di un polo estrattivo inserito nel Piano Cave della Provincia di Bergamo e situato in prossimità del Lago di Gaiano a N della S.S. n. 42, per il quale si prevede la coltivazione di pietra ornamentale. All’interno di tale area sono consentite le attività estrattive e tutte le operazioni accessorie, finalizzate allo sfruttamento del giacimento.

Si segnala che non è stato indicato il vincolo di polizia idraulica legato al R.D. 523/1904, che prevede una distanza dall’argine dei corsi d’acqua pari a 10 m. Tale vincolo esiste comunque sino all’individuazione da parte del comune del reticolo minore ai sensi della D.G.R. 25-01-2002, n. 7/7868, ma non è stato rappresentato per ragioni di scala e leggibilità del documento cartografico.

9 – VALUTAZIONI DI SINTESI

Le risultanze dei dati raccolti nella fase analitica sono stati interpretati criticamente nella fase di sintesi, costruendo la **Carta di Sintesi** (tav. 5) in scala 1:10.000, che fornisce un quadro complessivo dello stato di pericolosità geologica del territorio. Per la natura ed i contenuti di tale documento esso rappresenta un mezzo diretto di pianificazione, poiché mette in relazione i fattori geologici e fisici del paesaggio con gli elementi di rischio idrogeologico. I poligoni tracciati sulla carta delimitano ambiti di pericolosità connessi con la presenza di uno o più fenomeni naturali in grado di creare una situazione di rischio nei confronti delle strutture esistenti.

Di seguito si descrivono tutti gli ambiti di pericolosità riportati nella carta, corredati dei riferimenti relativi agli interventi di sistemazione eseguiti, alla presenza di aree di interesse scientifico-naturalistico ed alla disponibilità di indagini geognostiche effettuate sul territorio; queste ultime sono state impiegate anche per fornire una prima valutazione di massima delle proprietà geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo esaminato.

9.1 – INSTABILITA' DEI VERSANTI

Le aree connesse con i fenomeni di instabilità dei versanti sono state indicate interpretando l'ubicazione e l'estensione delle forme e dei processi gravitativi individuati nella fase analitica. Lo sfondo di tutta l'area collinare è stato uniformato per segnalare la presenza di versanti con acclività variabile, comunque soggetti ad una condizione di possibile instabilità. I poligoni chiusi disegnati nel comparto collinare sono riferiti ai seguenti ambiti:

- ? **aree di frana quiescente:** sono limitate ai fenomeni franosi avvenuti sia in roccia che in terra, rispettivamente per crollo e per scivolamento; la pericolosità dei fenomeni allo stato attuale non è particolarmente elevata, tuttavia per quanto riguarda le frane di scivolamento in terra non si esclude una possibile riattivazione dei fenomeni in concomitanza con eventi meteorici intensi;
- ? **aree soggette a crolli di massi:** si tratta di settori di versante interessati da manifestazioni di distacco di blocchi rocciosi in prossimità di scarpate acclivi situate su entrambi i versanti orografici;
- ? **aree a debole franosità superficiale diffusa attiva:** sono caratterizzate da piccoli e limitati fenomeni gravitativi costituiti da soliflusso, ruscellamento diffuso e formazione di terrazzette erbose; le zone maggiormente soggette a tali

manifestazioni sono quelle situate alla sommità delle pendici montuose interessate da scolamenti della cotica erbosa;

- ? **aree interessate da accumuli detritici:** si tratta dei settori del versante orografico destro occupati dai coni di detrito, dove i processi di distacco, rotolamento ed accumulo di materiale clastico risultano particolarmente intensi e frequenti;
- ? **aree in erosione accelerata:** sono localizzate lungo gli innumerevoli solchi di ruscellamento concentrato derivanti dal dilavamento dei versanti; non si tratta di fenomeni particolarmente pericolosi, ma contribuiscono allo sviluppo di processi gravitativi connessi con il dissesto idrogeologico del territorio;
- ? **aree di versante con acclività superiore a 50°:** comprendono le porzioni di pendio in cui la natura del substrato roccioso ha favorito lo sviluppo di pareti spesso subverticali, quali quelle formate dalla Dolomia a Conchodon sul versante orografico sinistro della valle;
- ? **aree interessate da fenomeni carsici:** sono state individuate quasi esclusivamente alla sommità dei monti Torrezzo e Grione, dove la ridotta acclività del pendio e la costituzione chimica del sottosuolo predispongono la zona allo sviluppo di azioni di degrado carsico;
- ? **aree di versante ad acclività variabile:** rappresentano tutti i terreni posti su pendio in condizioni di differente geometria; l'individuazione di tali aree è importante per identificare le problematiche applicative connesse con l'attuazione di interventi in corrispondenza di superfici non pianeggianti.

Per quanto concerne le aree di frana indicata nel PAI sono state inserite tutte fra le zone di frana quiescente, in quanto il versante su cui è stata eseguita la perimetrazione è interessato da manifestazioni di degrado gravitativo legato all'azione delle acque non incanalate alla sommità dei bacini idrografici ed all'acclività localmente elevata.

9.2 – VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

In relazione alla conformazione litostratigrafica del sottosuolo ed alle proprietà idrogeologiche dei corpi acquiferi sotterranei è stato possibile identificare aree omogenee dal punto di vista della vulnerabilità idrogeologica. Gli ambiti cartografati sono i seguenti:

- ? **aree di salvaguardia dalle captazioni ad uso idropotabile:** sono state indicate le tre sorgenti captate ad uso idropotabile con il criterio geometrico descritto in precedenza; per tali aree valgono le prescrizioni e le norme stabilite dall'art. 5 del D.Lgs. 258/2000,

finalizzate alla protezione delle risorse idriche sotterranee sfruttate per il consumo umano;

- ? **aree estrattive:** l'unica area estrattiva che occupa il territorio di Endine è situata in prossimità del Lago di Gaiano, dove vi è un polo estrattivo per la coltivazione di pietra ornamentale; tale zona è ritenuta vulnerabile in quanto lo scavo eseguito per l'estrazione della pietra rappresenta un possibile punto di pericolo per l'immissione di liquidi inquinanti in grado di raggiungere gli acquiferi profondi.

9.3 – VULNERABILITA' IDRAULICA

Le aree individuate quali vulnerabili sotto l'aspetto idraulico sono quelle in cui sono stati rilevati fenomeni di esondazione, erosione o trasporto in massa ad opera delle acque incanalate. In questo caso oltre ai dati di campagna, acquisiti mediante rilevamento diretto, sono stati impiegati anche i documenti depositati negli archivi comunali e le informazioni raccolte presso alcuni abitanti anziani del paese. Gli ambiti di pericolosità individuati sono i seguenti:

- ? **aree interessate da fenomeni di erosione spondale:** le manifestazioni di erosione fluviale delle sponde sono rilevabili in corrispondenza dei meandri dei torrenti principali, sia sui versanti che in aree di fondovalle; l'entità delle azioni erosive localmente appare rilevante, con significative conseguenze sulla stabilità delle scarpate e dei pendii;
- ? **aree soggette ad erosione lineare torrentizia:** si tratta dei settori comprendenti gli alvei torrentizi e le rispettive sponde, in cui si esplicano le azioni erosive della corrente idrica; tali aree sono sviluppate sia nella zona montana che in quella pianeggiante, delimitando sostanzialmente gli orli di scarpata fluviale;
- ? **aree soggette a trasporto di materiale in massa:** sono le fasce comprese nelle conoidi alluvionali, dove è possibile l'insorgenza di fenomeni di trasporto in massa durante le piene dei torrenti che le hanno originati; in realtà la pericolosità geologica non assume il medesimo grado in tutte le porzioni della conoide, così come segnalato per la redazione della Carta di Fattibilità.

Per completare il quadro delle informazioni riguardanti la pericolosità idraulica sono stati indicati nella Carta di Sintesi vari punti di crisi idraulica, corrispondenti agli attraversamenti di alcuni tratti viari ed a settori di restringimento dell'alveo torrentizio. Tali elementi sono stati in parte definiti anche attraverso l'analisi morfometrica operata sui corsi d'acqua e le relative verifiche idrauliche effettuate sulle sezioni critiche, oltre che in riferimento alle segnalazioni di eventi accaduti nel passato.

9.4 – PROPRIETA' GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

L'insieme delle indagini geognostiche effettuate in passato sul territorio ha consentito di individuare aree dotate di caratteristiche geotecniche scadenti lungo il fondovalle, che pertanto comportano una più o meno accentuata condizione di pericolosità degli interventi edilizi. Fra le aree interessate da sottosuolo di scadente qualità geotecnica è stata operata la seguente distinzione:

- ? **aree interessate da sottosuolo con ridotta capacità portante:** corrispondono ai settori subpianeggiante di fondovalle, il cui sottosuolo è formato da terreno ad elevata componente limo-argillosa e risulta caratterizzato da valori di resistenza meccanica da medi a molto bassi; in aggiunta va ricordato che le condizioni geotecniche dei terreni possono subire ulteriori peggioramenti per la presenza della falda idrica sotterranea situata a pochi metri di profondità dal piano campagna;
- ? **aree torbose e paludose:** si tratta di zone comprese ancora nel fondovalle, ma disposte in posizione perimetrale al Lago di Endine e di Gaiano; in questo caso il sottosuolo è simile al precedente dal punto di vista granulometrico, mentre risulta ulteriormente più scadente la qualità geotecnica in seguito alla forte componente organica del deposito.

L'elaborazione e l'interpretazione di alcune indagini geognostiche raccolte e riportate in allegato ha consentito di determinare le proprietà litostratigrafiche e geotecniche del primo sottosuolo, deducendo informazioni preziose per lo spessore di terreno generalmente sollecitato dalle operazioni costruttive residenziali ed industriali. Riassumendo in sintesi la conformazione geotecnica del sottosuolo il terreno indagato nella zona di fondovalle è così classificabile:

- ? litologia = limi ed argille sabbiosi e torbosi poco consistenti, con locali intercalazioni di ghiaie e sabbie scarsamente addensate;
- ? peso di volume naturale = 2.0 t/m^3
- ? angolo di attrito interno = $22^\circ\text{-}25^\circ$
- ? coesione non drenata = $1.0\text{-}1.5 \text{ t/m}^2$
- ? coesione intercetta = 0.0 t/m^2 .

E' presumibile che, sebbene non si disponga di indagini dirette, il sottosuolo corrispondente alle conoidi alluvionali ed ai depositi glaciali e di versante possieda qualità meccanica migliore, con angoli di attrito superiori a 30° e composizione granulometrica prevalentemente ghiaioso-sabbiosa.

Per quanto attiene alla **qualità geomeccanica degli ammassi rocciosi** non si possiedono indagini geognostiche in grado di classificare in funzione della litologia, della struttura e dell'orientazione dei fronti gli ammassi lapidei, soprattutto in considerazione

della notevole variabilità di unità geologiche presenti sul territorio comunale. A titolo indicativo si segnala che generalmente gli affioramenti di ammassi calcarei e dolomitici appaiono di discreta qualità geomeccanica, soprattutto connessa con la stratificazione massiva e l'elevata resistenza a compressione del materiale roccioso; per quanto riguarda gli ammassi argillitici se ne registra la scarsa qualità geomeccanica, dovuta alla stratificazione sottile e soprattutto alla natura del materiale roccioso, dotato di resistenza a compressione estremamente ridotta.

La classificazione ed i parametri tecnici forniti sono il frutto di uno sforzo interpretativo globale che non può prescindere dalla necessità di rivalutare, in situazioni specifiche, le reali qualità meccaniche dei terreni e delle rocce, in funzione delle modalità di sollecitazione operate dai manufatti. I terreni e le rocce risultano in effetti caratterizzati da litologie, strutture e resistenza meccanica variabili da luogo a luogo, con comportamenti differenti a seconda dell'impiego quale mezzo di dissipazione delle tensioni. Pertanto in tale sede i valori parametrici indicati debbono essere considerati a titolo di inquadramento generale, poiché determinati per aree troppo estese rispetto al numero di indagini puntiformi a disposizione.

9.5 – INTERVENTI IN AREE DI DISSESTO

I dissesti idrogeologici connessi con i fenomeni gravitativi ed i processi di evoluzione della dinamica fluviale hanno comportato sul territorio comunale la necessità di operare interventi di sistemazione, volti a mitigare gli impatti prodotti sull'ambiente e la sua fruizione. Nella Carta di Sintesi sono stati riportati i seguenti interventi realizzati, dei quali si ha conoscenza sia per le dimensioni dell'opera che per l'effetto che essa ha comportato a livello pubblico.

- ? **Formazione di palificate di sostegno in legname**: si tratta di opere impiegate dalla Provincia di Bergamo per la sistemazione della frana di scivolamento situata lungo la Strada Provinciale n. 76 in località San Felice;
- ? **Rinforzi spondali**: sono stati attuati mediante la creazione di scogliere e gabbionate lungo i corsi d'acqua maggiormente instabili in corrispondenza delle conoidi alluvionali; la maggior parte degli interventi recenti sono il frutto di un progetto di sistemazione redatto nel 1999;
- ? **Pulizia dell'alveo torrentizio**: è stata effettuata in corrispondenza di vari settori dei torrenti principali, per favorire il deflusso dell'acqua mediante asportazione del materiale terroso e vegetale accumulato nella sezione idraulica.

9.6 – AREE DI INTERESSE SCIENTIFICO-NATURALISTICO

Il territorio di Endine è ricco di elementi geologico-strutturali ed è sede di innumerevoli processi morfogenetici, connessi con la particolare fisionomia geografica che lo pone all'interno di una valle glaciale originata dalla separazione di una lingua secondaria del ghiacciaio della Valle Camonica. In aggiunta vi sono grandi varietà di paesaggi naturali in cui trovano spazio numerose specie vegetali ed animali tipiche del comparto ambientale di appartenenza.

La ricchezza del paesaggio ha pertanto spinto a segnalare alcune aree di particolare pregio dal punto di vista ambientale, per le quali si propone una forma di tutela nell'ambito della pianificazione urbanistica comunale.

Innanzitutto sono degni di nota i **coni di detrito** che bordano il perimetro dell'area urbanizzata sul versante orografico destro; si tratta di manifestazioni geomorfologiche di grande valore per l'estensione che assumono ma anche per l'intensità del fenomeno che le produce. Non si dimentichi inoltre anche la presenza di **intrusioni porfiriche**, peraltro molto caratteristiche in Val Cavallina, e di **forme glaciali** che conferiscono alla valle una connotazione paesaggistica distintiva.

Per quanto concerne le aree di interesse naturalistico si segnalano le **zone paludose** attorno ai laghi ed alcuni settori di versante caratterizzati dalla diffusione di specie vegetali ed animali peculiari del comparto ambientale cui appartiene Endine.

L'eventuale perimetrazione della fascia di tutela di tali aree dovrà tenere in considerazione l'estensione del settore d'interesse scientifico, valutando opportunamente il contesto paesaggistico e le infrastrutture urbane esistenti.

9.7 – INDAGINI GEOGNOSTICHE

A corredo delle informazioni di sintesi è stata indicata nella carta l'ubicazione delle indagini geognostiche a disposizione; i diagrammi penetrometrici, le stratigrafie dei sondaggi meccanici e la stratigrafia delle trincee esplorative sono riportati in allegato con la rispettiva numerazione, così da fornire un riferimento di base per i futuri interventi sul territorio.

L'insieme dei dati raccolti e l'elaborazione delle prove effettuate ha permesso di individuare le aree con sottosuolo formato da terreno di scadente qualità geotecnica e di determinare la natura litologica del materiale costituente l'immediato sottosuolo.

10 – FATTIBILITA' GEOLOGICA ED AZIONI DI PIANO

L'insieme dei dati analizzati nella prima fase dell'indagine ed interpretati nella seconda fase sono stati impiegati, eseguendo un'azione di intreccio critico, per la costruzione della **Carta di fattibilità e delle azioni di piano** (tav. 6a e 6b), compilata alla scala 1:10.000 su tutto il territorio ed alla scala 1:2.000 sulle aree comprendenti le zone di nuova espansione. Si tratta del documento finale della pianificazione geologica, che contiene la zonazione del territorio secondo fasce omogenee per le quali sono individuate classi di pericolosità con specifiche limitazioni agli interventi edilizi; la delimitazione delle varie aree e la definizione della classe sono state effettuate sulla base delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei siti indagati, attribuendo dei valori di ingresso ai poligoni riportati nella Carta di Sintesi secondo le direttive contenute nella D.G.R. 29-10-2001, n. 7/6645.

Dunque quest'ultima carta risulta molto pregnante nella formulazione delle scelte di pianificazione urbanistica in quanto, non solo definisce le zone connesse con diverso grado di pericolosità, ma stabilisce anche le norme da rispettare per la predisposizione degli approfondimenti geologici, idraulici e geotecnici.

L'esame dettagliato in fase progettuale delle problematiche indicate consentirà agli utenti di realizzare gli interventi di urbanizzazione secondo criteri volti alla tutela del patrimonio paesaggistico ed alla garanzia della funzionalità nel tempo dei manufatti.

Di seguito si descrivono in dettaglio le caratteristiche delle quattro classi, facendo ovviamente riferimento alla condizione ambientale di Endine ed alle ragioni che hanno ispirato l'attribuzione alle varie aree della rispettiva classe di appartenenza.

10.1 – CLASSE 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

In questa classe sono comprese le aree per le quali non sono stati riscontrati fenomeni di dissesto in atto e condizioni geologiche tali da limitare l'urbanizzazione e la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle territoriali.

L'area di Endine, per la sua conformazione geologica e per l'assetto idrogeomorfologico che la caratterizza, è sprovvista di zone in classe 1; tale scelta risiede nella necessità di valutare sempre e comunque in ambito costruttivo l'influenza esercitata dai corsi d'acqua, dall'acclività dei pendii e dalle manifestazioni di dissesto gravitativo. In ogni caso qualunque variazione di destinazione d'uso dovrà avvenire nel rispetto di quanto stabilito nel D.M. del 11-03-1988 e successiva C.M. 30483 del 24-09-1988.

10.2 – CLASSE 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

Le aree comprese in questa classe sono caratterizzate da condizioni geologiche generali che comportano modeste limitazioni nei confronti della modifica della destinazione d'uso dei terreni. Gli elementi connessi con il potenziale dissesto sono stati riconosciuti a livello puntuale con estensione ed intensità ridotte.

Le zone posizionate in classe 2 appartengono principalmente alle aree collinari ad acclività da media a ridotta, dove la dinamica geomorfologica e gli effetti negativi del dilavamento e dell'infiltrazione dell'acqua in profondità sono presenti in forma mitigata e/o poco intensa, ed alle porzioni di conoide alluvionale per le quali lo studio di approfondimento ha consentito di individuare un grado di rischio modesto.

In ragione della conformazione geologica delle aree poste in questa classe di fattibilità si dovrà prevedere per opere di completamento e/o nuove costruzioni appropriati studi di approfondimento geologico, finalizzati alla valutazione delle tecniche costruttive più idonee a garantire la stabilità strutturale dei manufatti e la tutela della qualità delle acque sotterranee. Pertanto, laddove siano previsti interventi di urbanizzazione e trasformazione territoriale, si delineano le seguenti due tipologie di approfondimento e studio geologico.

10.2.1 – Interventi privi di rischio di inquinamento delle acque sotterranee

In questo caso la realizzazione di edifici residenziali, fabbricati industriali e manufatti aventi un rilevante impatto sul terreno deve essere preceduta da un'indagine geologica finalizzata all'acquisizione dei principali caratteri e processi geologici che interferiscono con la struttura in progetto. Le verifiche tecniche da effettuare potranno prescindere, salvo situazioni particolari, da indagini geognostiche ed idrogeologiche di dettaglio, ma dovranno essere supportate da rilevamenti geologico-tecnici almeno in scala 1:2.000 riguardanti i fenomeni geomorfologici in atto, le proprietà litologiche e meccaniche dei terreni e delle rocce e lo stato di dissesto della rete idrica eventualmente adiacente l'area in oggetto.

La **relazione geologica** dovrà contenere in dettaglio la descrizione delle elaborazioni effettuate secondo lo schema seguente:

- ? inquadramento del sito nel contesto morfologico territoriale
- ? definizione delle proprietà geologiche dell'area
- ? caratterizzazione geomorfologica dell'area
- ? individuazione degli elementi idrogeologici ed idraulici dell'area (questi ultimi solo per le zone in prossimità delle valli torrentizie e/o sulle conoidi)
- ? valutazione generale delle condizioni di stabilità del versante

- ? eventuale definizione delle tecniche di dispersione nel sottosuolo atte a garantire il rispetto dei corpi idrici sotterranei
- ? indicazione delle modalità di esecuzione dei lavori e delle eventuali opere da costruire allo scopo di assicurare la protezione dei fabbricati da fenomeni di dissesto gravitativo, idrogeologico ed idraulico.

10.2.2 – Interventi connessi al rischio di inquinamento delle acque sotterranee

La tipologia della problematica diviene in questa situazione di ordine idrogeologico, pertanto richiede uno studio dettagliato sulle proprietà, la geometria ed il chimismo delle acque sotterranee, al fine di determinare le eventuali soluzioni tecniche da impiegare per ridurre al minimo la possibilità di creare dispersioni nel sottosuolo di liquidi contaminanti, provocando l'inquinamento delle acque sotterranee captate ad uso idropotabile; la **relazione idrogeologica** dovrà contenere i riferimenti tecnici e la descrizione delle valutazioni effettuate direttamente, oltre che indicare l'eventuale documentazione bibliografica impiegata.

10.3 – CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le aree interessate da una condizione di pericolosità idrogeologica elevata, che impone consistenti limitazioni nella destinazione d'uso dei terreni. I processi, i fenomeni e gli elementi di rischio sono stati osservati sul terreno in corrispondenza di estesi settori territoriali anche se con caratteri di intensità variabile.

La classe in oggetto è stata identificata sia in ambito di fondovalle che nel comparto montano, evidentemente con differenti problematiche geologiche. La tipologia degli studi di approfondimento si distingue pertanto in relazione al contesto geologico ed alla natura dei fenomeni e/o degli elementi di pericolosità.

10.3.1 – Zona di fondovalle

In tutta la porzione subpianeggiante di competenza dei depositi fluviolacustri, salvo localizzate eccezioni, il terreno costituente l'immediato sottosuolo possiede una scarsa qualità geotecnica, connessa con innumerevoli problematiche legate alla trasmissione dei carichi indotti dalle fondazioni ed alle operazioni di sbancamento. Il quadro geologico non comporta di per sé complicazioni insuperabili, ma la progettazione degli edifici e di qualsivoglia fabbricato non può prescindere dalla conoscenza approfondita delle proprietà meccaniche del sottosuolo. Lo studio di approfondimento dovrà essere corredato

obbligatoriamente da specifiche indagini geognostiche finalizzate alla predisposizione della **relazione geotecnica**, articolata secondo i seguenti contenuti:

- ? inquadramento del sito nel contesto morfologico territoriale
- ? definizione delle proprietà geologiche dell'area
- ? individuazione degli elementi idrogeologici ed idraulici dell'area (questi ultimi solo per le zone in prossimità delle valli torrentizie e/o delle conoidi alluvionali)
- ? eventuale definizione delle tecniche di dispersione nel sottosuolo atte a garantire il rispetto dei corpi idrici sotterranei
- ? verifica idraulica dei corsi d'acqua con analisi morfometrica del bacino e studio delle piogge intense (solo per le zone in prossimità delle valli torrentizie e/o delle conoidi alluvionali)
- ? eventuale acquisizione della stratigrafia del sottosuolo
- ? caratterizzazione geotecnica dei terreni ottenuta mediante indagini in sito e/o in laboratorio
- ? valutazione delle condizioni di stabilità dei fronti di scavo
- ? determinazione per le nuove strutture della capacità portante e dei cedimenti del terreno di fondazione
- ? indicazione delle modalità di esecuzione dei lavori e delle eventuali opere da costruire allo scopo di assicurare la protezione dei fabbricati da inconvenienti di carattere geotecnico.

Per gli interventi che comportino contemporaneamente problematiche geotecniche ed idrogeologiche si potrà redarre un unico documento, contenente le risultanze dello studio completo eseguito secondo le norme suddette. In tutti i casi sarà obbligatoria la predisposizione fra i documenti di progetto di una relazione geotecnica e/o idrogeologica, firmata da tecnico abilitato e realizzata ai sensi del D.M. 11-03-1988, che confermi le scelte progettuali e fornisca garanzie di stabilità delle strutture e/o escluda possibilità di fenomeni di inquinamento delle acque sotterranee.

10.3.2 – Zona di versante

Le aree appartenenti alla fascia collinare catalogate in classe 3 si riferiscono ai settori in cui sono state individuate manifestazioni gravitative rilevanti e/o elevata acclività dei pendii. In questo caso lo studio di approfondimento dovrà contenere oltre che dati di tipo geotecnico anche valutazioni di ordine geomorfologico ed idrogeologico, finalizzate alla definizione delle possibili interferenze dei processi geologici con i manufatti in progetto.

Nel caso in cui i terreni e/o le rocce del substrato dovessero essere sollecitati da stati tensionali eccezionali si potrà decidere di ricorrere ad analisi geotecniche e rilievi geomeccanici, per testare la qualità meccanica dei materiali interessati dalla distribuzione dei carichi indotti.

La **relazione geologica** dovrà contenere in dettaglio la descrizione delle elaborazioni effettuate secondo lo schema seguente:

- ? inquadramento del sito nel contesto morfologico territoriale
- ? definizione delle proprietà geologiche dell'area
- ? caratterizzazione geomorfologica dell'area
- ? individuazione degli elementi idrogeologici ed idraulici dell'area (questi ultimi solo per le zone in prossimità delle valli torrentizie e/o delle conoidi alluvionali)
- ? verifica idraulica dei corsi d'acqua con analisi morfometrica del bacino e studio delle piogge intense (solo per le zone in prossimità delle valli torrentizie e/o delle conoidi alluvionali)
- ? valutazione generale delle condizioni di stabilità del versante
- ? eventuale definizione delle tecniche di dispersione nel sottosuolo atte a garantire il rispetto dei corpi idrici sotterranei
- ? indicazione delle modalità di esecuzione dei lavori e delle eventuali opere da costruire allo scopo di assicurare la protezione dei fabbricati da fenomeni di dissesto gravitativo, idrogeologico ed idraulico.

La tipologia e l'estensione delle indagini geognostiche dovranno essere definite caso per caso, in funzione dell'intervento edilizio e delle valutazioni critiche, operate da tecnici abilitati incaricati dai rispettivi committenti di redarre una relazione geotecnica, geologico-tecnica o idrogeologica da allegare ai documenti di progetto.

Considerata l'elevata pericolosità dei fenomeni individuati nella classe 3 gli studi geologici di approfondimento avranno la finalità di stabilire le eventuali opere di bonifica e/o sistemazione dei dissesti, prevedendo anche la possibilità di installare un sistema di monitoraggio che consenta il controllo dell'evoluzione dei fenomeni in atto.

Qualora vi fossero in progetto opere idrauliche per la sistemazione dei corsi d'acqua o interventi che interferiscono con il sistema idrografico esistente, si dovrà produrre sia per le aree in classe 2 che per quelle in classe 3 una **relazione idraulica** che garantisca la conformità delle soluzioni previste e fornisca i dati indispensabili per il corretto dimensionamento delle opere. A tal proposito si segnala che su tutte le acque pubbliche, così come definite dalla legge 36/1994 e relativo regolamento, valgono le disposizioni di cui al R.D. 523/1904 ed in particolare il divieto di edificazione ad una distanza inferiore a 10 m, fino all'assunzione da parte del comune del provvedimento di cui ai punti 3 e 5.1 della D.G.R. 7/7868 del 25-01-2002

Per ciò che riguarda le **sorgenti pubbliche ad uso idropotabile** valgono le seguenti norme:

- o le zone di tutela assoluta, previste dal D.Lgs 258/2000 art. 5 comma 4, aventi un'estensione di almeno 10 m di raggio devono essere adeguatamente protette ed adibite esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio;

- per le zone di rispetto valgono le prescrizioni contenute al comma 5 art. 5 del D.Lgs 258/2000 e la disciplina riportata nella D.G.R. 10-04-2003, n. 7/12693; l'attuazione degli interventi e delle attività elencate all'art. 5 comma 6 del citato Decreto Legislativo (tra le quali edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, fognature, opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio) entro le zone di rispetto, in assenza di diverse indicazioni formulate dalla Regione ai sensi dell'art. 5 comma 6 del D.Lgs 258/2000, è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che porti ad una perimetrazione di tali zone secondo i criteri temporale ed idrogeologico (come da D.G.R. n. 6/15137 del 27-06-1996) o che comunque accerti la compatibilità dell'intervento con lo studio di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

Lo schema seguente sintetizza la tipologia ed i meccanismi degli studi di approfondimento geologico da effettuare per le aree localizzate in classe 2 e 3.

Classe di fattibilità	Documento da produrre	Indagini geognostiche
2 – Area montana e di raccordo	Relazione geologica e/o idrogeologica	Facoltative
3 – Zona di versante	Relazione geologica	Consigliate
3 – Zona di fondovalle	Relazione geotecnica	Obbligatorie
3 – Zona di rispetto delle sorgenti	Relazione idrogeologica	Facoltative
2,3 – Fascia torrentizia	Relazione idraulica	Non necessarie

10.4 – CLASSE 4 (Fattibilità con gravi limitazioni)

In questa classe sono inserite le aree per le quali lo studio geologico di supporto al Piano Regolatore ha individuato gravi limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso del territorio. In sostanza il grado di pericolosità è tale da escludere qualsiasi nuova edificazione che non sia volta alla sistemazione ed al consolidamento per la messa in sicurezza della zona. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come stabilito dall'art. 31, lettere a), b), c) della Legge 457/1978.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in relazione alla tipologia di dissesto dell'ambito di pericolosità cui appartiene il sito; in ogni caso l'autorità comunale potrà approvare le relative istanze richiedendo una relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Le aree del territorio di Endine appartenenti alla classe 4 sono situate in prevalenza lungo le sponde in erosione fluviale e sulle incisioni vallive dei torrenti che solcano i versanti montani. In aggiunta sono state inserite in questa classe anche le zone di frana quiescente, i coni di detrito, le aree di frana perimetrate nel PAI e le pareti rocciose dotate di elevata acclività.

Per quanto riguarda le aree parzialmente interessate dalla classe 4, si segnala che pur non potendo eseguire trasformazioni della zona in oggetto, la volumetria degli edifici potrà essere determinata comunque sulla base dell'area complessiva di proprietà.

La zonazione del territorio con la suddivisione in classi di fattibilità stabilisce una serie di norme tecniche che si sommano comunque a quelle di tutela ambientale previste dai vari vincoli, che di volta in volta potranno imporre soluzioni e studi aggiuntivi, secondo le intenzioni degli enti gestori dei vincoli. Ad ogni buon conto l'obbligo di eseguire gli approfondimenti d'indagine geologica, idrogeologica, geotecnica ed idraulica, secondo le modalità stabilite nel D.M. 11-03-1988, si estende alle nuove edificazioni, agli ampliamenti edilizi, alle sistemazioni di versante ed alla realizzazione di nuove infrastrutture, escludendo pertanto il restauro conservativo e le manutenzioni. Per gli interventi edilizi compresi nelle nuove lottizzazioni industriali e residenziali, definite quali nuove espansioni, sarà possibile redarre un unico studio esteso a tutto il comparto, valevole per ogni edificio in esso inserito.

11 - BIBLIOGRAFIA

AA. VV. (1970): *Carta Geologica d'Italia – Foglio Treviglio*. Servizio Geologico Nazionale, Roma.

BERETTA G.P. (1992): *Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee*. Pitagora Editrice Bologna.

BENINI G. (1990): *Sistemazioni idraulico-forestali*. Utet.

BONSIGNORE G., CANCELLI A., LANDI G., RAGNI U. (1971): *L'intervento della Geologia Applicata nella Programmazione Urbanistica del Comune di Gardone Val Trompia*. Atti del 2° Conv. Naz. Probl. Geol. Appl., Genova.

CASTIGLIONI G.B. (1989): *Geomorfologia*. Utet.

CELICO P. (1986): *Prospezioni idrogeologiche*. Liguori Editore.

CNR-GNDICI (1988): *Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee*. Pubblicazione n. 75, Ed. Geograph.

COMMISSIONE PER LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DEL CNR (1992): *Proposta di segni convenzionali*. CNR Roma.

COMUNITA' MONTANA VALLE CAVALLINA (1999): *La Val Cavallina*. Edizioni Bolis

CONSORZIO DI BONIFICA DELLA MEDIA PIANURA BERGAMASCA (2001): *Le acque nella Bergamasca*. Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca.

DA DEPPO L., DATEI C., SALANDIN P. (1997): *Sistemazione dei corsi d'acqua*. Edizioni Libreria Cortina – Padova.

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA E GEOLOGICO-AMBIENTALI DELL'UNIVERSITA' DI BOLOGNA (1997): *Structural evolution of the eastern lombardian Prealps – Alpine inversion of a mesozoic rifted margin*. Agip.

LANCELOTTA R. (1987): *Geotecnica*. Zanichelli.

LEGAMBIENTE (2000): *Il Cherio – la risorsa acqua*. Edizioni Eurograph – Trescore (BG).

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, SERVIZIO IDROGRAFICO: *Annali Idrologici*. Ufficio Idrografico del Po, parte 1° e 2°.

NANGERONI G. (1979): *Sui monti e sulle rive del Lago d’Iseo*. Club Alpino Italiano – Comitato Scientifico, pp. 95-101.

ORDINE NAZIONALE DEI GEOLOGI (1988): *Zonazione geologica per la pianificazione territoriale*. Quaderni di geologia applicata, n. 1

ORDINE NAZIONALE DEI GEOLOGI (1987): *Geologia e pianificazione*. Consiglio Consultivo Regionale della Lombardia, Milano.

PANIZZA M. (1975): *Ricerche di geomorfologia applicata alla pianificazione territoriale*. Memorie della Società Geologica Italiana, vol. XIV, Bari.

PROVINCIA DI BERGAMO – DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA DELL’UNIVERSITA’ DEGLI STUDI DI MILANO (2000): *Carta Geologica della Provincia di Bergamo*. Servizio Territorio della Provincia di Bergamo.

REGIONE LOMBARDIA (2002): *Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia*. Regione Lombardia – Direzione Generale Territorio ed Urbanistica.

SCESI L., PAPINI M. (1995): *Il rilevamento geologico-tecnico*. Città Studi Edizioni.

SOCIETA’ GEOLOGICA ITALIANA (1990): *Guide geologiche regionali – Alpi e Prealpi lombarde*. BE-MA Editrice.

ALLEGATO 1
Analisi chimiche dell'acqua potabile

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studiogeologicofinalizzatoallapianificazionecomunale

ANALISI CHIMICHE - ACQUEDOTTO PUBBLICO



Bergamo Ambiente e Servizi S.p.A.

Laboratorio analisi Acque potabili e Gas
Via Suardi n°26 - 24126 Bergamo
Tel. 035 251370 - Fax 035 35 311



Fornitore: VALLAVALLINA SERVIZI s.r.l.

N° Contratto: VS PROTEZIONEDEIQUADRANTED-008430

Causa onerosa di: n° 28/05/2002

Comunicato da Cliente: n° 28/05/2002

Esecuto da:

Data inizio analisi: 28/05/2002 Data fine: 05/05/2002

L'ampiometro:

Rapporto di prova N° 4445 del 03/09/2002

Sostanza: Acque di sorgente

Descrizione campione: Acqua di sorgente

Identi Geologia campione: EN - ENDINE GAIANO - SODI-FRATTI (GERDALE)
ENDINE GAIANO

Numero di accettazione: 000251806

Parametro	Unità di misura	Valore rilevato	Metodo	C.M.A.
Temperatura acqua	°C	16,8	Manera termometrica	
Temperatura aria	°C	16,8	Manera termometrica	
Colore	mg/l Pt/Co	0	IML 102 rev. 0-2000	
Odore	nesso all'acqua	Inodore	ES Analisi olfattiva	
pH	unità pH	7,9	UNICHIM 928-94	
Conduttività a 25°C	µS/cm	106	UNICHIM 930-94	
Cloridi	mg/l	0,25	ANITA 2410-95	
Ammoniacale	mg/l NH4	0,05	ML1101 rev. 2-2000	
Durezza	°	25,4	UNICHIM 945-94	
Nitro	mg/l N	1,00	UN 98 3-91	
Nitriti	mg/l NO2	0,05	UN 98 3-91	
Nitrat	mg/l NO3	0,91	UN 98 3-91	
Fosfor	mg/l PO4	0,01	UN 98 3-91	
Coliformi totali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 957-94	
Coliformi fecali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 957-94	
Streptococchi fecali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 954-94	
Coli coliformi a 22°C	UFC/1 ml	0	UNICHIM 955-94	
Coli coliformi a 30°C	UFC/1 ml	0	UNICHIM 955-94	
Spore di clostridi	UFC/100 ml	0	UNICHIM 955-94	
Streptococchi patog.	UFC/250 ml	0	UNICHIM 957-94	
Mefici	UFC/100 ml	Assente	UNICHIM 957-94	
Somatocic	UFC/100 ml	Assente	UNICHIM 957-94	

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

COMUNE DI ENDINE GAIANO

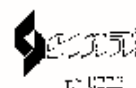
Studiogeologicofinalizzatoallapianificazionecomunale

ANALISI CHIMICHE - ACQUEDOTTO PUBBLICO



Bergamo Ambiente e Servizi S.p.A.

Laboratorio analisi: Acque potabili e Gas
Via Suardi n°26 - 24100 Bergamo
Tel. 035 251310 - Fax 035 351311



Richiedente : VALCAVALERINA SERVIZI srl

N° richiesta VS PROT OR032DE-OR18DE-OR84DE

Campionato da : il: 28/08/2002

Consegnate da : Cliente il: 28/08/2002

Ricevuto da :

Data inizio analisi : 28/08/2002 Data fine: 03/09/2002

Campionamento :

Rapporto di prova N. 4446 del 03/09/2002

Sostanza : Acqua di sorgente

Descrizione campione : Acqua di sorgente

Identificazione campione : ENDINE GAIANO SORGENTE MELIGHERA (2)
ENDINE GAIANO

Numero di accettazione : 2002505007

Parametro	Unità di misura	Valore rilevato	Metodo	C.M.A.
Temperatura acqua	°C	10,0	# Misura termometrica	
Temperatura aria	°C	17,0	# Misura termometrica	
Colore	mg/l Pt/Co	0	M.I. 002 rev.2-2000	
Odore	tasso diluizione	2 odore	# Analisi olfattiva	
pH	unità pH	7,61	UNICHIM 929-94	
Conducibilità a 20°C	µS/cm	306	UNICHIM 930-94	
Torbidità	NTU	0,26	APHA 2130-98	
Ammoniaci	mg/l NH4	<0,05	M.I.001 rev.3-2000	
Durezza	°F	22	UNICHIM 935-94	
Cloruri	mg/l Cl	1,10	UNI 9813-91	
Nitriti	mg/l NO2	<0,05	UNI 9813-91	
Nitrat	mg/l NO3	4,30	UNI 9813-91	
Solfati	mg/l SO4	8,40	UNI 9813-91	
Coliformi: totali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 952/1-94	
Coliformi fecali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 953/1-94	
Streptococchi fecali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 954/1-94	
Colonia su agar 22°C	UFC/1 ml	<1	UNICHEM 956-94	
Colonia su agar 36°C	UFC/1 ml	<1	UNICHEM 956-94	
Spore di clostridi	UFC/100 ml	0	UNICHIM 955-94	
Staphilococchi patog.	UFC/250 ml	0	UNICHIM 957-94	
Miceti	UFC/100 ml	Assenza	#UNICHIM961/2-95	
Salmonelle	UFC/1000 ml	Assenza	UNICHIM 959-94	

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studiogeologicofinalizzatoallapianificazionecomunale

ANALISI CHIMICHE - ACQUEDOTTO PUBBLICO



Bergamo Ambiente e Servizi S.p.A.
Laboratorio analisi Acque potabili e Gas
Via Suardi n°26 - 24100 Bergamo
Tel. 035 351310 - Fax 035 351311



Richiedente : VALCAVALLINA SERVIZI srl

N° richiesta : VS PROF. OR032DE-OR18DE-OR84DE

Completato da : 20/08/2002

Consegnato da : Cliente

Ricevuto da : 20/08/2002

Data inizio analisi : 20/08/2002

Rapporto di prova N.: 4248 del 23/08/2002

Sostanza : Acqua di rete

Descrizione campione : Acqua di rete

Identificazione campione : ACQ. VALCAVALLINA
ENDINE GAIANO FONTANA LOC. VAL. MAGGIORE (2) - ENDINE GAIANO

Numero di accettazione : 2002504847

Parametro	Unità di misura	Valore rilevato	Metodo	C.M.A.
Temperatura acqua	°C	15,5	# Misura termometrica	25
Temperatura aria	°C	19,7	# Misura termometrica	
Cloro res. lib.	mg/l Cl2	<0,05	# eseguito dal cliente	
Colore	mg/l Pt/Co	0	IM.1.1012 rev.3-2000	20
Odore	nessa diluizione	indore	le Analisi olfattiva	
pH	unità pH	7,44	UNICHIM 929-94	
Conducibilità a 20°C	µS/cm	314	UNICHIM 930-94	
Torbidità	NTU	0,30	ISPHA 2130-98	4
Ammoniacali	mg/l NH4	<0,05	NL1.003 rev.3-2000	0,5
Durezza	°F	18,90	UNICHIM 935-94	
Cloruri	mg/l Cl	1,10	UNI 9813-91	
Nitriti	mg/l NO2	<0,05	UNI 9813-91	0,1
Nitrat	mg/l NO3	4,50	UNI 9813-91	50
Solfati	mg/l SO4	8,30	UNI 9813-91	250
Coliformi totali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 95471-94	0
Coliformi fecali	11FC/100 ml	0	UNICHIM 95471-94	0
Streptococchi fecali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 95471-94	0
Colonie su agar 22°C	UFC/1 ml	<1	UNICHIM 956-94	
Colonie su agar 56°C	UFC/1 ml	1	UNICHIM 956-94	

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

COMUNE DI ENDINE GAIANO

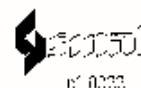
Studiogeologicofinalizzatoallapianificazionecomunale

ANALISI CHIMICHE - ACQUEDOTTO PUBBLICO



Bergamo Ambiente e Servizi S.p.A.

Laboratorio analisi Acque potabili e Gas
Via Suard. n°26 - 24100 Bergamo
Tel. 035 351310 - Fax 035 351311



Richiedente: VALCAVALLINA SERVIZI srl

N° richiesta: VS PROT. ORG/31DE-ORIBDL-OR34DL

Campionato da: il 20/08/2002

Consegnato da: Cliente il: 20/08/2002

Ricevuto da:

Data inizio analisi: 20/08/2002 Data fine: 06/09/2002

Campionamento:

Rapporto di prova N. 4464 del 06/09/2002

Sostanza: Acqua di rete

Descrizione campione: Acqua di rete

Identificazione campione: ACQ. VALCAVALLINA
ENDINE G. FONTANA VIA TRIESTE LOC. S. FELICE (2) - ENDINE GALANO

Numero di accettazioni: 2002504848

Parametro	Unità di misura	Valore rilevato	Metodo	C.M.A.
Temperatura acqua	°C	15,0	# Misura termometrica	25
Temperatura aria	°C	18,4	# Misura termometrica	
Colore	mg/l Pt/Co	0	IM1 002 rev. 2-2000	20
Turbidità	NTU	0,30	APHA 2130-98	4
pH	unità pH	7,59	UNICHIM 929-94	
Conducibilità a 20°C	µS/cm	324	UNICHIM 931-94	
Ammoniaca	mg/l NH4	<0,05	IM1 001 rev. 3-2000	0,5
Coliformi totali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 952/1-94	0
Coliformi fecali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 953/1-94	0
Streptococchi fecali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 954/1-94	0
Calcio	mg/l Ca	53,40	UNICHIM 901-94 A.A.	
Magnesio	mg/l Mg	15,80	UNICHIM 902-94 A.A.	50
Sodio	mg/l Na	0,82	UNICHIM 904-94 A.A.	175
Potassio	mg/l K	<0,5	UNICHIM 903-94 A.A.	
Ferro	µg/l Fe	27,2	UNICHIM 913-94	200
Cadmio	µg/l Cd	<0,5	UNICHIM 910-94 A.A.	5
Cromo	µg/l Cr	<5,0	UNICHIM 912-94	50
Piombo	µg/l Pb	<5,0	UNICHIM 916-94 A.A.	50
Cloroformio	µg/l	<0,5	# Met.int. GC-ECD	
1,1,1 Tricloroetano	µg/l	<0,2	# Met.int. GC-ECD	
Carbonio Tetracloruro	µg/l	<0,2	# Met.int. GC-ECD	
Tricloroetilene	µg/l	<0,2	# Met.int. GC-ECD	
Bromodichlorometano	µg/l	<0,2	# Met.int. GC-ECD	
Dibromoclorometano	µg/l	<0,5	# Met.int. GC-ECD	
Tetracloroetilene	µg/l	<0,2	# Met.int. GC-ECD	
Bromofornio	µg/l	<0,5	# Met.int. GC-ECD	
Organici totali	µg/l	<1	# Met.int. GC-ECD	30
Azoblor	µg/l	<0,05	# Met.int. GC-NPD	0,1

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studiogeologicofinalizzatoallapianificazionecomunale

ANALISI CHIMICHE - ACQUEDOTTO PUBBLICO



Bergamo Ambiente e Servizi S.p.A.

Laboratorio analisi: Acque potabili e Gas
Via Suardi, n°26 - 24100 Bergamo
Tel. 035 351310 - Fax 035 351311



n° 0222

Richiedente : VALCAVALLINA SERVIZI srl

N.° richiesta : VS PROT.08032DE-GR18DL-GR84DL

Campionato da : il 08/08/2002

Consegnato da : Cliente il 08/08/2002

Ricevuto da :

Data inizio analisi : 08/08/2002 Data fine : 14/08/2002

Campionamento :

Rapporto di prova N.° 4066 del 14/08/2002

Sostanza : Acqua di rete.

Descrizione campione : Acqua di rete

Identificazione campione : ACQ. VALCAVALLINA
ENDINE GAIANO FONTANA LOC. ROVA (2) - ENDINE GAIANO

Numero di accettazione : 2002504656

Parametro	Unità di misura	Valore rilevato	Metodo	C.M.A.
Temperatura acqua	°C	17,2	# Misura termometrica	25
Temperatura aria	°C	22,4	# Misura termometrica	
Coliformi totali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 952/1-94	0
Coliformi fecali	UFC/100 ml	0	UNICHIM 955/1-94	0

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

ALLEGATO 2
Stratigrafie dei pozzi per acqua

COMUNE DI ENDINE GAIANO

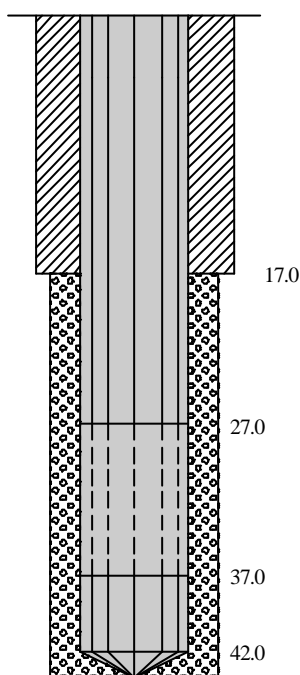
Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

1 - POZZO TESSFILCA

Uso industriale

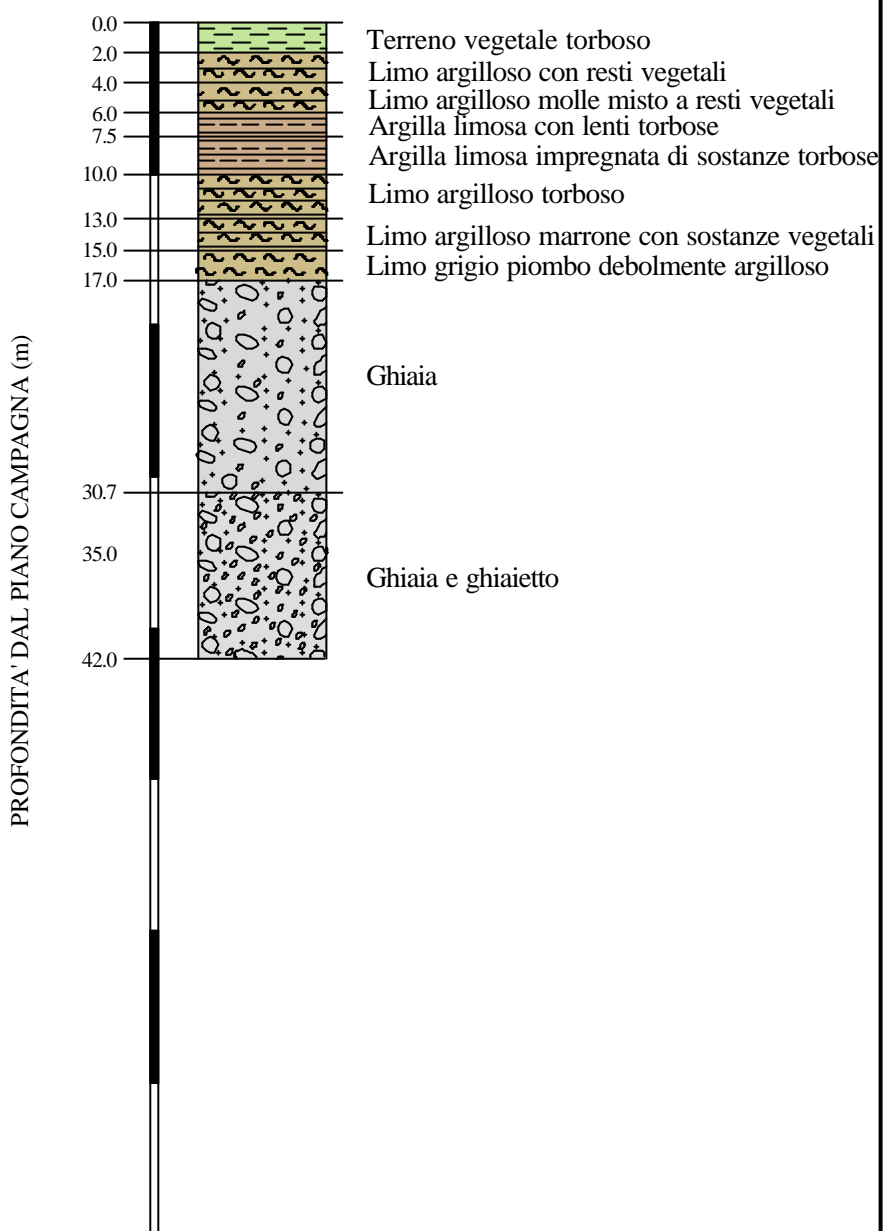
Proprietario Ditta Tessfilca S.r.l.	Località Via San Remigio	Impresa e data di perforazione -
Livello statico (m) = 2.0 Livello dinamico (m) = 2.60 Portata (l/s) =	Diametro di perforazione (mm) = 914/760 Diametro della colonna (mm) = 500 Lunghezza della colonna (m) = 42.0	Filtri (m) = 27.0-37.0 Impermeabilizzazione (m) = 0-17 Quota bocca pozzo (m s.l.m.) = 335

STRUTTURA DEL POZZO



STRATIGRAFIA

DESCRIZIONE LITOLOGICA



COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

2 - POZZO FRATELLI CANTAMESSA S.p.A.

Uso industriale

Proprietario Fratelli Cantamessa S.p.A.	Località S.S. N. 42 del Tonale	Impresa e data di perforazione -
---	--	-------------------------------------

Livello statico (m) = 2.35

Livello dinamico (m) =

Portata (l/s) = 1.0

Diametro di perforazione (mm) =

Diametro della colonna (mm) = 250

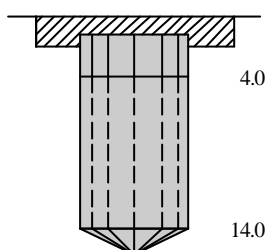
Lunghezza della colonna (m) = 14.0

Filtri (m) = 4.0-14.0

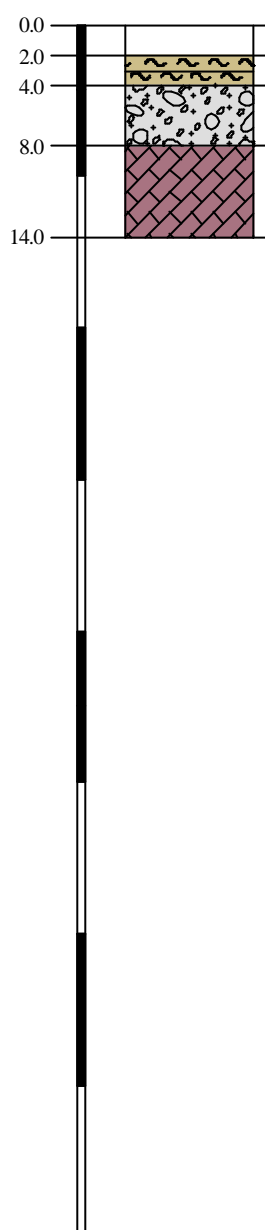
Impermeabilizzazione (m) = 0.0-2.0

Quota bocca pozzo (m s.l.m.) = 345

STRUTTURA DEL POZZO



STRATIGRAFIA



DESCRIZIONE LITOLOGICA

Avampo

Limo argilloso

Ghiaietto pulito

Roccia

PROFONDITA' DAL PIANO CAMPAGNA (m)

COMUNE DI ENDINE GAIANO

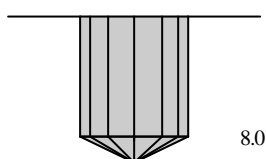
Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

3 - POZZO FRATELLI CANTAMESSA S.p.A.

Uso industriale

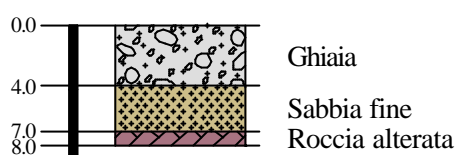
Proprietario Fratelli Cantamessa S.p.A.	Località S.S. N. 42 del Tonale	Impresa e data di perforazione -
Livello statico (m) = 3.8 Livello dinamico (m) = Portata (l/s) = 2.0	Diametro di perforazione (mm) = Diametro della colonna (mm) = 140 Lunghezza della colonna (m) = 8.0	Filtri (m) = Impermeabilizzazione (m) = Quota bocca pozzo (m s.l.m.) = 345

STRUTTURA DEL POZZO



STRATIGRAFIA

DESCRIZIONE LITOLOGICA



PROFONDITA' DAL PIANO CAMPAGNA (m)

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

4 - POZZO NUOVA C.F.E. CANTAMESSA S.p.A.

Uso industriale

Proprietario Fratelli Cantamessa S.p.A.	Località S.S. N. 42 del Tonale	Impresa e data di perforazione -
---	--	-------------------------------------

Livello statico (m) = 0.7

Livello dinamico (m) =

Portata (l/s) = 1.0

Diametro di perforazione (mm) =

Diametro della colonna (mm) = 178

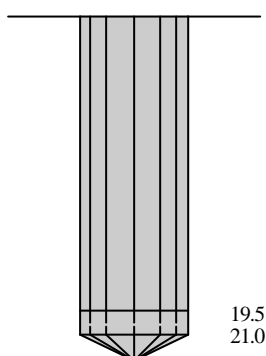
Lunghezza della colonna (m) = 21.0

Filtri (m) = 19.5-21.0

Impermeabilizzazione (m) =

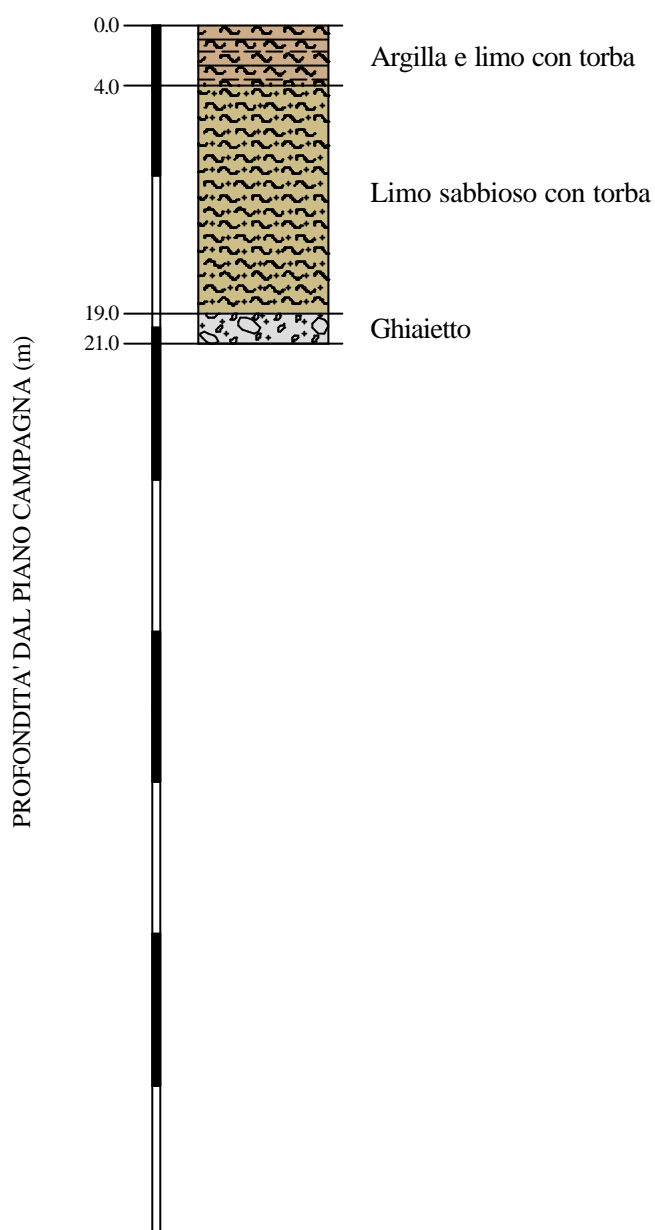
Quota bocca pozzo (m s.l.m.) = 346

STRUTTURA DEL POZZO



STRATIGRAFIA

DESCRIZIONE LITOLOGICA



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

ALLEGATO 3
Schede per il censimento delle sorgenti

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE SORGENTI

1 – DATI IDENTIFICATIVI

N. riferimento e denominazione	1 – Sorgente Giolco
Località	Via Perlisa
Comune	Endine Gaiano
Provincia	Bergamo
Sezione CTR	C4e5
Quota (m da p.c.)	450

Stralcio CTR



2 – DATI FISICI CARATTERISTICI

Tipo di emergenza localizzata	X
diffusa	
fronte sorgivo	
Regime perenne	X
secca stagionalmente	
secca eccezionalmente	
Stato captata	X
non captata	

Quadro geologico

Sorgente di contatto fra Argillite di Riva di Soltò a bassa permeabilità e Calcarea di Zorzino a permeabilità media

Criterio di perimetrazione della fascia di rispetto

Geometrico

3 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

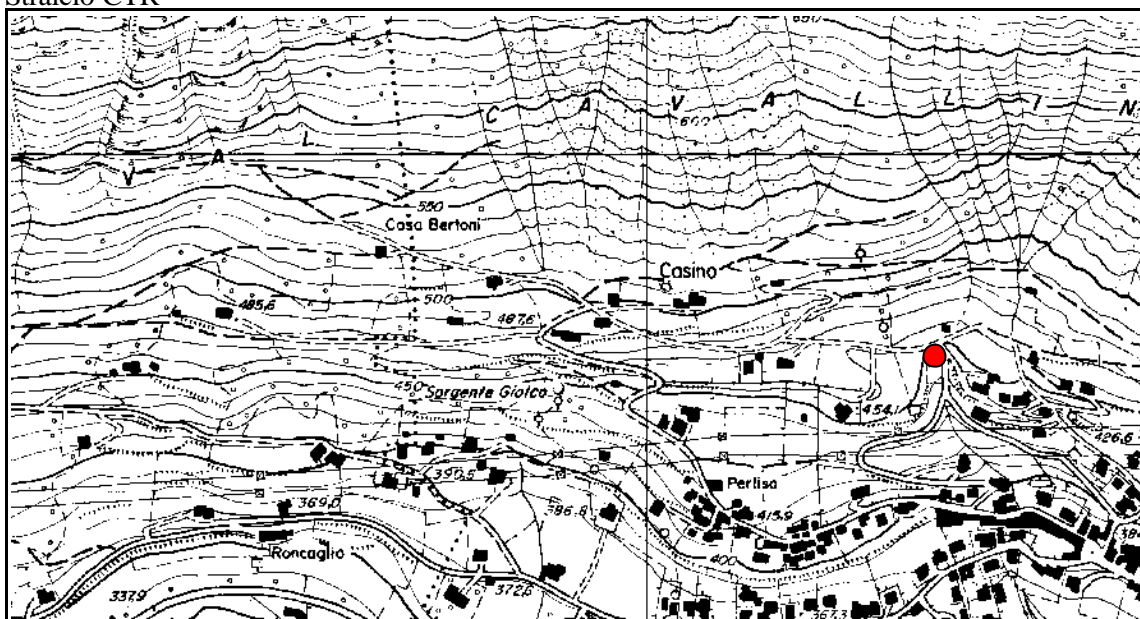
Tipologia di utilizzo	Idropotabile
Portata utilizzata (l/s)	75
Utilizzatore	Consorzio Acquedotto Due Valli Cavallina e Calepio

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE SORGENTI

1 – DATI IDENTIFICATIVI

N. riferimento e denominazione	2 – Sorgente Melighera
Località	Via Gandino
Comune	Endine Gaiano
Provincia	Bergamo
Sezione CTR	C4e5
Quota (m da p.c.)	450

Stralcio CTR



2 – DATI FISICI CARATTERISTICI

Tipo di emergenza localizzata diffusa fronte sorgivo	X
Regime perenne secca stagionalmente secca eccezionalmente	X
Stato captata non captata	X

Quadro geologico

Sorgente di contatto fra Argillite di Riva di Solto a bassa permeabilità e Calcare di Zorzino a permeabilità media

Critero di perimetrazione della fascia di rispetto

Geometrico

3 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

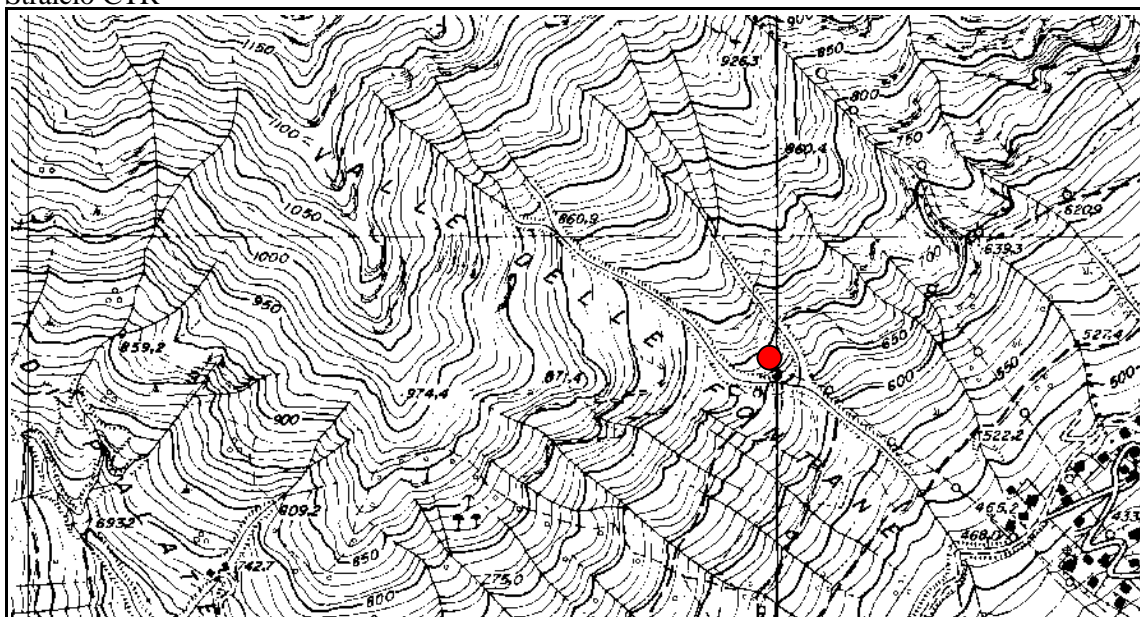
Tipologia di utilizzo	Idropotabile
Portata utilizzata (l/s)	27
Utilizzatore	Val Cavallina Servizi S.r.l.

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE SORGENTI

1 – DATI IDENTIFICATIVI

N. riferimento e denominazione	3 – Sorgente Grione
Località	Valle delle Fontane
Comune	Endine Gaiano
Provincia	Bergamo
Sezione CTR	C4e5
Quota (m da p.c.)	690

Stralcio CTR



2 – DATI FISICI CARATTERISTICI

Tipo di emergenza localizzata diffusa fronte sorgivo	X
Regime perenne secca stagionalmente secca eccezionalmente	X
Stato captata non captata	X

Quadro geologico

Sorgente di contatto fra Dolomia Principale ad elevata permeabilità e Calcarea di Zorzino a permeabilità media

Criterio di perimetrazione della fascia di rispetto

Geometrico

3 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo	Idropotabile
Portata utilizzata (m³/anno)	12

Utilizzatore	Val Cavallina Sevizi S.r.l.
---------------------	-----------------------------

ALLEGATO 4
Schede conoidi

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale

SCHEDA CONOIDI

Id conoide	<u>1</u>	Data compilazione	<u>16.06.08</u>	Rilevatore	<u>A. MANELLA</u>
Nome località	<u>PIANGAIANO</u>	Nome torrente	<u>VALLE DI PALATE</u>		
Comuni	<u>ENDINE GAIANO</u>	Provincia	<u>BERGAMO</u>		
C.T.R.	<u>C4E5</u>				

Dati morfometrici della conoide			
Superficie (km ²)	<u>0.34</u>	Larghezza max (m)	<u>920</u>
Volume (m ³)		Pendenza media (%)	<u>8.7</u>
Quota massima (m slm)	<u>400</u>	Pendenza media alveo (%)	<u>5.7</u>
Quota minima (m slm)	<u>350</u>	Lunghezza alveo (m)	<u>870</u>
Lunghezza max (m)	<u>570</u>	Indice di Melton	<u>0.09</u>

Dati morfometrici del bacino			
Superficie (km ²)	<u>1.64</u>	Pendenza media alveo princip.(%)	<u>32.9</u>
Quota minima (m slm)	<u>400</u>	Lunghezza tot. rete idrografica(km)	<u>11.69</u>
Quota massima (m slm)	<u>1350</u>	Densità di drenaggio (km/km ²)	<u>7.13</u>
Lunghezza alveo principale (km)	<u>2.67</u>	Indice di Melton	<u>0.74</u>

Dimensione max del materiale (m ³)		apice	<u>0,021</u>	FOTO	Presunta migrazione del canale attivo			
		zona mediana			sin-centro	sin-dx	dx-sin	
		zona distale	<u>0,001</u>		dx-centro	centro-dx	centro-sin	
Sviluppo del collettore rispetto all'apice		bisettrice			Dinamica dell'alveo			
		destra			Apice	Mediana	Distale	
		<input checked="" type="checkbox"/> sinistra			<input checked="" type="checkbox"/>			approfondimento
Caratteristiche della soglia		in roccia				<input checked="" type="checkbox"/>		equilibrio
		in materiale incoerente					<input checked="" type="checkbox"/>	innalzamento
		mista	<input checked="" type="checkbox"/>		Caratteristiche dell'apice			
Presenza di uno o più paleoalvei		si			Pendenza tratto a monte (%)		<u>33.3</u>	
		no	<input checked="" type="checkbox"/>		Pendenza tratto a valle (%)		<u>5.7</u>	

Caratteristiche del canale attivo sul conoide						
	FOTO	Apice	FOTO	Zona mediana	FOTO	Zona distale
canale poco inciso	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
canale inciso	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale pensile	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale pensile per intervento antropico	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale regimato con opere di difesa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
torrente canalizzato e/o impermeabilizzato	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
alveo tombinato	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale assente	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

SCHEMA CONOIDI

Opere presenti sulla conoide

☐ = efficiente
☐ = inefficiente

		1	2	3	4	5	6
Briglia	quota (m)	430 E	405 E	385 E	383 E	373 E	365 E
Soglia	quota (m)	E	E	E	E	E	E
Traversa	quota (m)	E	E	E	E	E	E
Repellente	quota (m)	E	E	E	E	E	E

Argini	1	2	3
quota (m)	380		370
lunghezza(m)	150 E	150 E	400 E
lunghezza(m)			
Difese spondali	quota (m)		
lunghezza(m)			
lunghezza(m)			
Selciato di fondo	quota (m)		
lunghezza(m)			
lunghezza(m)			
Scogliere	quota (m)		
lunghezza(m)			
lunghezza(m)			
Tombinatura	quota (m)		
lunghezza(m)			
lunghezza(m)			

Vasca d'espans. (m ³)	E	E	E
-----------------------------------	---	---	---

Punti critici sul conoide

Ponti, attraversamenti	FOTO	quota
	<input type="checkbox"/>	1 393
	<input type="checkbox"/>	2 365
	<input type="checkbox"/>	3 364
	<input type="checkbox"/>	4 354

Briglie e/o opere idrauliche che interferiscono con i deflussi	FOTO	quota
	<input type="checkbox"/>	1
	<input type="checkbox"/>	2
	<input type="checkbox"/>	3
	<input type="checkbox"/>	4

Sezioni obbligate, sezioni ristrette, curve.	quota
<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4

Possibili superamenti di argine	quota
<input type="checkbox"/>	1 373
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4

Possibili rotture di argine	quota
<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4

Note

Indicazioni di intervento

Gabbionate	
Pulizia alveo	X
Tombinature	
Soglie	
Repellenti	

Muri di protezione	
Impermeabilizz. dell'alveo	
Briglie	
Difese spondali/argini	
Sistemazione frane in atto	
Delocaliz. infrastrutture	

Demolizioni	
Rilevati	
Briglie selettive	
Scogliere	
Vasche di espansione	

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale

SCHEDA CONOIDI

Id conoide	2	Data compilazione	16.6.03	Rilevatore	A. MANELLA
Nome località	VALTAGGIORE		Nome torrente	VALLE DEI FONDI	
Comuni	ENDINE GAIANO		Provincia	BERGAMO	
C.T.R.	C4ES				

Superficie (km ²)	0.29	Larghezza max (m)	440
Volume (m ³)		Pendenza media (%)	8.3
Quota massima (m slm)	390	Pendenza media alveo (%)	10.2
Quota minima (m slm)	345	Lunghezza alveo (m)	440
Lunghezza max (m)	540	Indice di Melton	0.08

Superficie (km ²)	1.77	Pendenza media alveo princip.(%)	35.4
Quota minima (m slm)	390	Lunghezza tot. rete idrografica(km)	6.91
Quota massima (m slm)	1335	Densità di drenaggio (km/km ²)	3.90
Lunghezza alveo principale (km)	2.31	Indice di Melton	0.72

Dimensione max del materiale (m ³)		apice	0.075	FOTO			
		zona mediana		Presunta migrazione del canale attivo			
		zona distale	0.075	sin-centro	sin-dx	dx-sin	
Sviluppo del collettore rispetto all'apice		bisettrice		dx-centro	centro-dx	centro-sin	
		destra		Dinamica dell'alveo			
		X sinistra		Apice	Mediana	Distale	
Caratteristiche della soglia		in roccia X		X			approfondimento
		in materiale incoerente			X		equilibrio
		mista				X	innalzamento
Presenza di uno o più paleoalvei		si		Caratteristiche dell'apice			
		X no		Pendenza tratto a monte (%)		30.9	
				Pendenza tratto a valle (%)		10.2	

	FOTO	Apice	FOTO	Zona mediana	FOTO	Zona distale
canale poco inciso	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	X
canale inciso	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	
canale pensile	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale pensile per intervento antropico	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale regimato con opere di difesa	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	
torrente canalizzato e/o impermeabilizzato	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
alveo tombinato	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale assente	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

SCHEMA CONOIDI

Opere presenti sulla conoide

☐ = efficiente
☐ = inefficiente

		1	2																	
Briglia	quota (m)	370	360																	
Soglia	quota (m)																			
Traversa	quota (m)																			
Repellente	quota (m)																			

Argini	quota (m)	390	quota (m)	355	quota (m)	
	1 lunghezza(m)	50	2 lunghezza(m)	150	lunghezza(m)	
	lunghezza(m)		lunghezza(m)		lunghezza(m)	
Difese spondali	quota (m)		quota (m)		quota (m)	
	lunghezza(m)		lunghezza(m)		lunghezza(m)	
	lunghezza(m)		lunghezza(m)		lunghezza(m)	
Sedimentazione di fondo	quota (m)		quota (m)		quota (m)	
	lunghezza(m)		lunghezza(m)		lunghezza(m)	
	lunghezza(m)		lunghezza(m)		lunghezza(m)	
Scogliere	quota (m)		quota (m)		quota (m)	
	lunghezza(m)		lunghezza(m)		lunghezza(m)	
	lunghezza(m)		lunghezza(m)		lunghezza(m)	
Tombinatura	quota (m)		quota (m)		quota (m)	
	lunghezza(m)		lunghezza(m)		lunghezza(m)	
	lunghezza(m)		lunghezza(m)		lunghezza(m)	

Vasca d'espans. (m ³)			
-----------------------------------	--	--	--

Punti critici sul conoide

Ponti, attraversamenti	FOTO	quota			
		1			
		2			
		3			
		4			

Briglie e/o opere idrauliche che interferiscono con i deflussi	FOTO	quota			
		1			
		2			
		3			
		4			

Sezioni obbligate, sezioni ristrette, curve.		quota			
		1	390		
		2			
		3			
		4			

Possibili superamenti di argine		quota			
		1	350		
		2			
		3			
		4			

Possibili rotture di argine		quota			
		1			
		2			
		3			
		4			

Note

Indicazioni di intervento

Gabbionate	<input checked="" type="checkbox"/>	Muri di protezione	<input type="checkbox"/>	Demolizioni	<input type="checkbox"/>
Pulizia alveo	<input checked="" type="checkbox"/>	Impermeabilizz. dell'alveo	<input type="checkbox"/>	Rilevati	<input type="checkbox"/>
Tombinature	<input type="checkbox"/>	Briglie	<input checked="" type="checkbox"/>	Briglie selettive	<input type="checkbox"/>
Soglie	<input type="checkbox"/>	Difese spondali/argini	<input type="checkbox"/>	Scogliere	<input type="checkbox"/>
Repellenti	<input type="checkbox"/>	Sistemazione frane in atto	<input type="checkbox"/>	Vasche di espansione	<input type="checkbox"/>
		Delocaliz. infrastrutture	<input type="checkbox"/>		

SCHEMA CONOIDI

Id conoide	3	Data compilazione	16.06.03	Rilevatore	A. MANELLA
Nome località	TIRONEGA	Nome torrente	VALLE DEL FERRO		
Comuni	ENDINE GAIANO	Provincia	BERGAMO		
C.T.R.	C45				

Superficie (km ²)	0.21	Larghezza max (m)	640
Volume (m ³)		Pendenza media (%)	6.6
Quota massima (m slm)	370	Pendenza media alveo (%)	4.4
Quota minima (m slm)	340	Lunghezza alveo (m)	670
Lunghezza max (m)	450	Indice di Melton	0.06

Superficie (km ²)	2.84	Pendenza media alveo princip. (%)	28.8
Quota minima (m slm)	370	Lunghezza tot. rete idrografica (km)	9.88
Quota massima (m slm)	1275	Densità di drenaggio (km/km ²)	3.48
Lunghezza alveo principale (km)	2.53	Indice di Melton	0.54

Dimensione max del materiale (m ³)		apice		0.024	FOTO			
		zona mediana			Presunta migrazione del canale attivo			
		zona distale		0.002	sin-centro	sin-dx	dx-sin	
					dx-centro	centro-dx	centro-sin	
Sviluppo del collettore rispetto all'apice		X bisettrice		Dinamica dell'alveo				
		destra		Apice	Mediana	Distale		
		sinistra					approfondimento	
				X	X		equilibrio	
					X		innalzamento	
Caratteristiche della soglia		in roccia		Caratteristiche dell'apice				
		in materiale incoerente		Pendenza tratto a monte (%)		23.4		
		mista X		Pendenza tratto a valle (%)		4.4		
Presenza di uno o più paleovalvei		si						
		X no						

	FOTO	Apice	FOTO	Zona mediana	FOTO	Zona distale
canale poco inciso	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	
canale inciso	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale pensile	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	X
canale pensile per intervento antropico	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale regimato con opere di difesa	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	X
torrente canalizzato e/o impermeabilizzato	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
alveo tombinato	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale assente	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale

SCHEMA CONOIDI

Opere presenti sulla conoide

☐ = efficiente
☐ = inefficiente

		1	2	3								
Briglia	quota (m)	365	360	355	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Soglia	quota (m)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Traversa	quota (m)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Repellente	quota (m)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Argini		1	2	3
	quota (m)	355	345	☐
	lunghezza(m)	250	300	☐
	lunghezza(m)	☐	☐	☐
Difese spondali	quota (m)	☐	☐	☐
	lunghezza(m)	☐	☐	☐
	lunghezza(m)	☐	☐	☐
Selciatone di fondo	quota (m)	☐	☐	☐
	lunghezza(m)	☐	☐	☐
	lunghezza(m)	☐	☐	☐
Scogliere	quota (m)	☐	☐	☐
	lunghezza(m)	☐	☐	☐
	lunghezza(m)	☐	☐	☐
Tombinatura	quota (m)	☐	☐	☐
	lunghezza(m)	☐	☐	☐
	lunghezza(m)	☐	☐	☐
Vasca d'espans. (m ³)		☐	☐	☐

Punti critici sul conoide

Ponti, attraversamenti	FOTO	quota
	☐	1
	☐	2
	☐	3
	☐	4

Briglie e/o opere idrauliche che interferiscono con i deflussi	FOTO	quota
	☐	1
	☐	2
	☐	3
	☐	4

Sezioni obbligate, sezioni ristrette, curve.	quota
☐	1
☐	2
☐	3
☐	4

Possibili superamenti di argine	quota
☐	1
☐	2
☐	3
☐	4

Possibili rotture di argine	quota
☐	1
☐	2
☐	3
☐	4

Note

Indicazioni di intervento

Gabbionate	☐
Pulizia alveo	X
Tombinature	☐
Soglie	☐
Repellenti	☐

Muri di protezione	☐
Impermeabilizz. dell'alveo	☐
Briglie	☐
Difese spondali/argini	☐
Sistemazione frane in atto	☐
Delocaliz. infrastrutture	☐

Demolizioni	☐
Rilevati	☐
Briglie selettive	☐
Scogliere	☐
Vasche di espansione	☐

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale

SCHEDA CONOIDI

Id conoide	4	Data compilazione	16-06-03	Rilevatore	A. MANELLA
Nome località	PURA	Nome torrente			
Comuni	ENDINE GAIANO	Provincia	BERGAMO		
C.T.R.	CAES				

Superficie (km ²)	0.12	Larghezza max (m)	600
Volume (m ³)		Pendenza media (%)	15.7
Quota massima (m slm)	390	Pendenza media alveo (%)	14.4
Quota minima (m slm)	335	Lunghezza alveo (m)	380
Lunghezza max (m)	360	Indice di Melton	0.16

Superficie (km ²)	0.64	Pendenza media alveo princip.(%)	38.9
Quota minima (m slm)	390	Lunghezza tot. rete idrografica(km)	1.62
Quota massima (m slm)	1122	Densità di drenaggio (km/km ²)	2.53
Lunghezza alveo principale (km)	0.77	Indice di Melton	0.91

Dimensione max del materiale (m ³)	apice	0.027	FOTO		
	zona mediana		Presunta migrazione del canale attivo		
	zona distale	0.002	sin-centro	sin-dx	dx-sin
			dx-centro	centro-dx	centro-sin
Sviluppo del collettore rispetto all'apice	bisettrice		Dinamica dell'alveo		
	destra		Apice	Mediana	Distale
	X sinistra		X		
					approfondimento
				X	equilibrio
					X innalzamento
Caratteristiche della soglia	in roccia		Caratteristiche dell'apice		
	in materiale incoerente		Pendenza tratto a monte (%)	20.1	
	mista X		Pendenza tratto a valle (%)	12.5	
Presenza di uno o più paleovalvei	si				
	no X				

	FOTO	Apice	FOTO	Zona mediana	FOTO	Zona distale
canale poco inciso						X
canale inciso		X				
canale pensile						
canale pensile per intervento antropico						
canale regimato con opere di difesa				X		
torrente canalizzato e/o impermeabilizzato		X				
alveo tombinato						
canale assente						

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale

SCHEMA CONOIDI

Opere presenti sulla conoide ☐ = efficiente
☐ = inefficiente

1

Briglia	quota (m)	350	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Soglia	quota (m)		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Traversa	quota (m)		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Repellente	quota (m)		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Argini	quota (m)	365		quota (m)		quota (m)	
	lunghezza(m)	150	☐	lunghezza(m)		lunghezza(m)	☐
Difese spondali	quota (m)			quota (m)		quota (m)	
	lunghezza(m)		☐	lunghezza(m)		lunghezza(m)	☐
Scoltione di fondo	quota (m)			quota (m)		quota (m)	
	lunghezza(m)		☐	lunghezza(m)		lunghezza(m)	☐
Scogliere	quota (m)			quota (m)		quota (m)	
	lunghezza(m)		☐	lunghezza(m)		lunghezza(m)	☐
Tombinatura	quota (m)			quota (m)		quota (m)	
	lunghezza(m)		☐	lunghezza(m)		lunghezza(m)	☐
Vasca d'espans. (m ³)	lunghezza(m)		☐	lunghezza(m)		lunghezza(m)	☐
	lunghezza(m)		☐	lunghezza(m)		lunghezza(m)	☐

Punti critici sul conoide

Ponti, attraversamenti	FOTO	quota
	☐	1 347
	☐	2 380
	☐	3
☐	4	

Briglie e/o opere idrauliche che interferiscono con i deflussi	FOTO	quota
	☐	1
	☐	2
	☐	3
☐	4	

Sezioni obbligate, sezioni ristrette, curve.	☐	quota
	☐	1
	☐	2
	☐	3
☐	4	

Possibili superamenti di argine	☐	quota
	☐	1
	☐	2
	☐	3
☐	4	

Possibili rotture di argine	☐	quota
	☐	1
	☐	2
	☐	3
☐	4	

Note

Indicazioni di intervento

Gabbionate		Muri di protezione		Demolizioni	
Pulizia alveo	X	Impermeabilizz. dell'alveo		Rilevati	
Tombinature		Briglie	X	Briglie selettive	
Soglie		Difese spondali/argini		Scogliere	
Repellenti		Sistemazione frane in atto		Vasche di espansione	
		Delocaliz. infrastrutture			

ALLEGATO 5
Indagini geognostiche
(sondaggi meccanici, trincee esplorative e
prove penetrometriche)

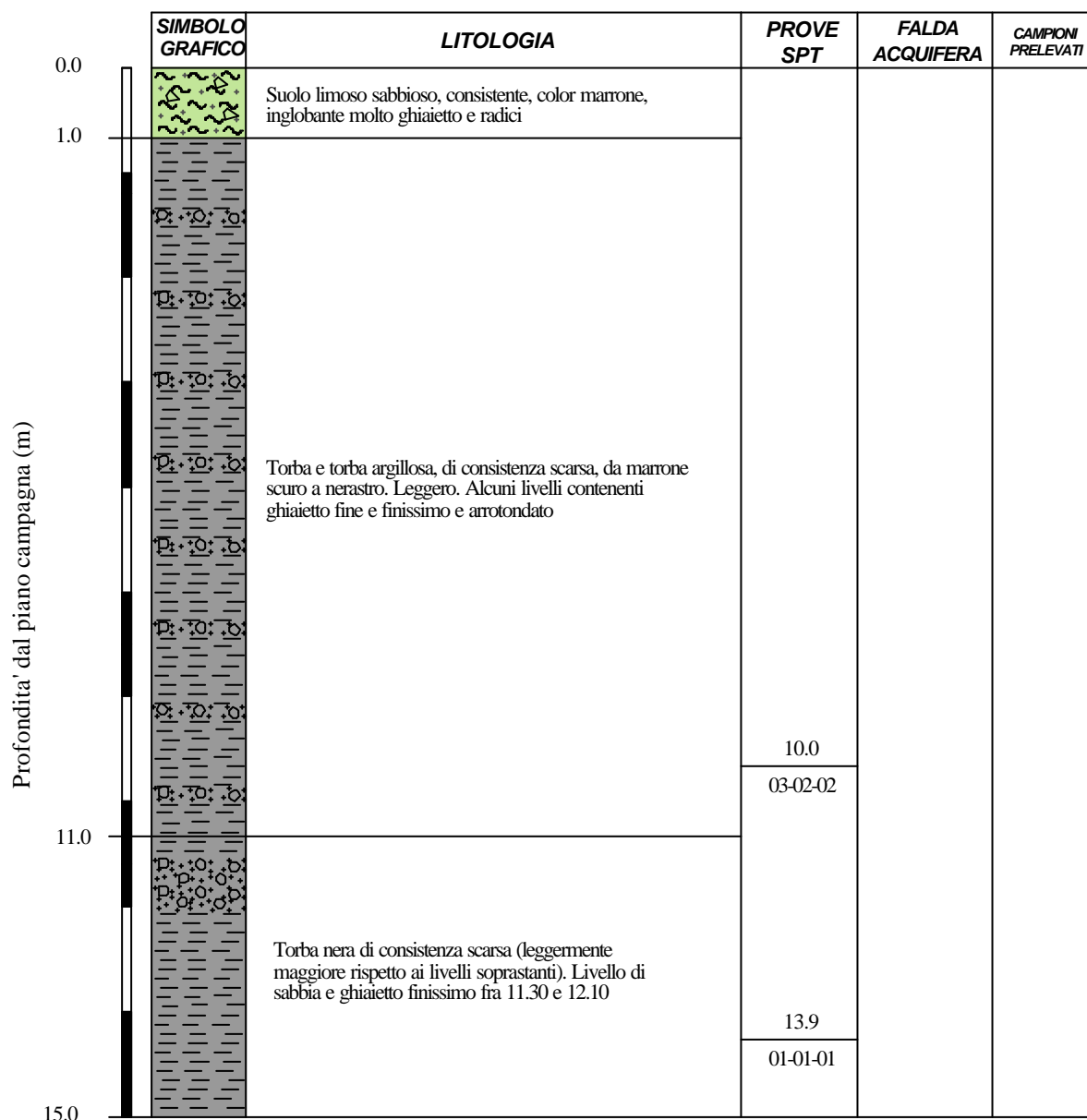
COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

SONDAGGIO MECCANICO N. 1 (I parte)

Committente Acerbis geom. Antonio & C. sas	Località Endine Gaiano	Anno di esecuzione Geoberg - 1992
--	----------------------------------	---

Tipo di perforazione = rotazione Diametro del foro (mm) = Diametro del rivestimento (mm) =	Profondità del rivestimento (m) = 15.5 Campioni prelevati = Fluido di perforazione =	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 340 Lunghezza sondaggio (m) = 18.0 Profondità falda (m) =
--	--	---



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

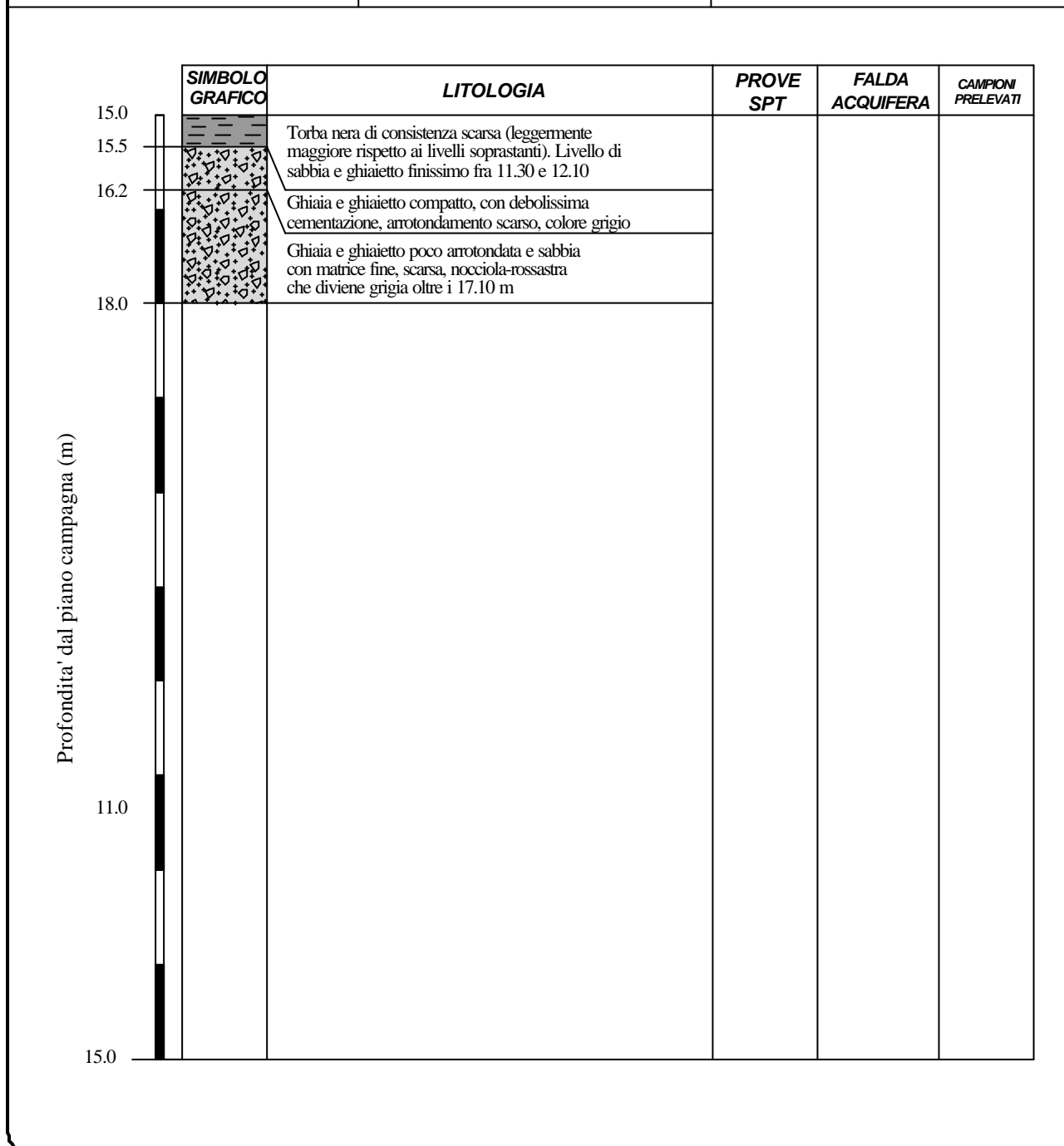
COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

SONDAGGIO MECCANICO N. 1 (II parte)

Committente Acerbis geom. Antonio & C. sas	Località Endine Gaiano	Anno di esecuzione Geoberg - 1992
---	---	--

Tipo di perforazione = rotazione	Profondità del rivestimento (m) = 15.5	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 340
Diametro del foro (mm) =	Campioni prelevati =	Lunghezza sondaggio (m) = 18.0
Diametro del rivestimento (mm) =	Fluido di perforazione = acqua	Profondità falda (m) =



COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

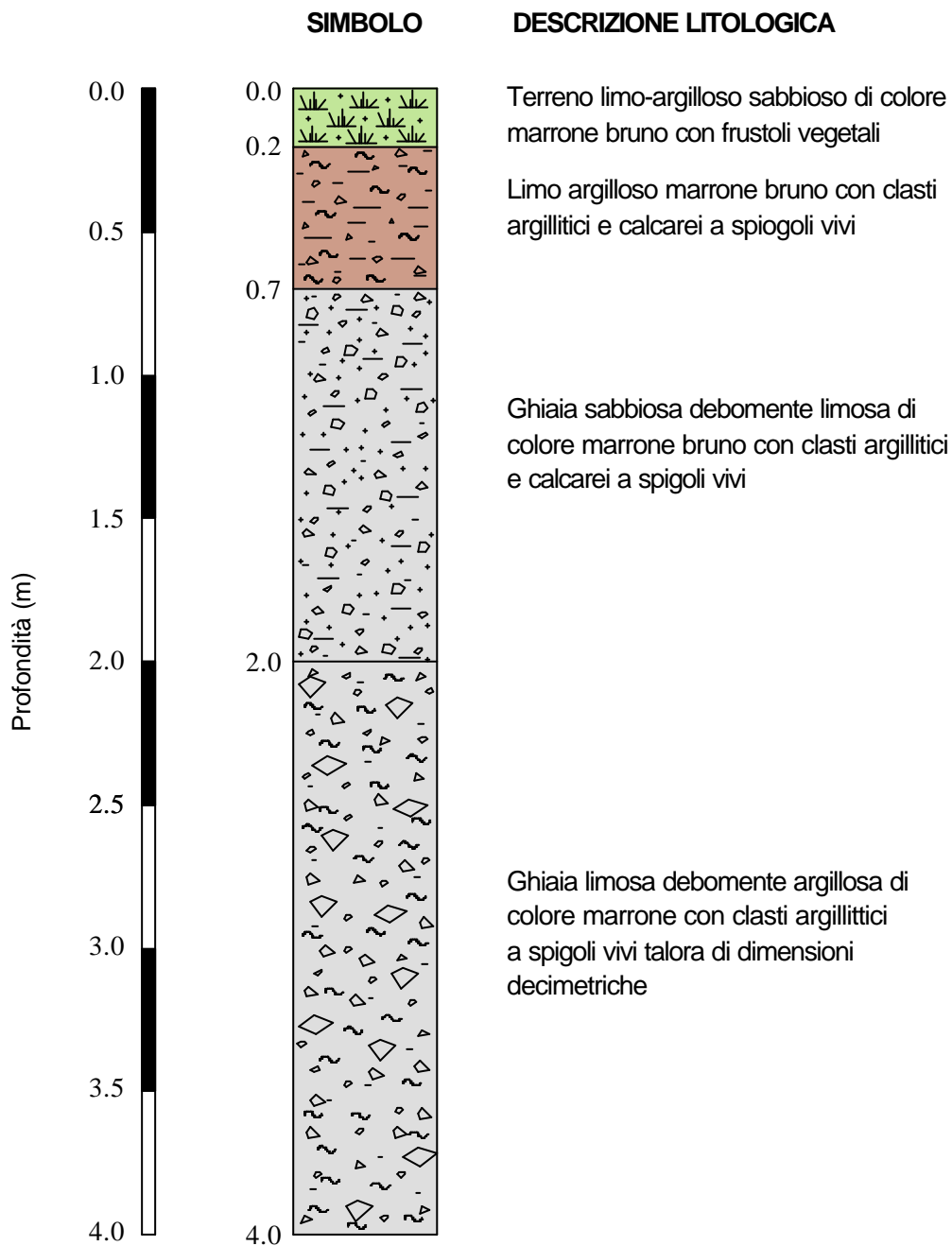
TRINCEA ESPLORATIVA N. 1

Committente
Sporting Club Gavarno S.r.l.

Località
Località San Felice

Anno di esecuzione
-

STRATIGRAFIA



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Alberto Manella

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

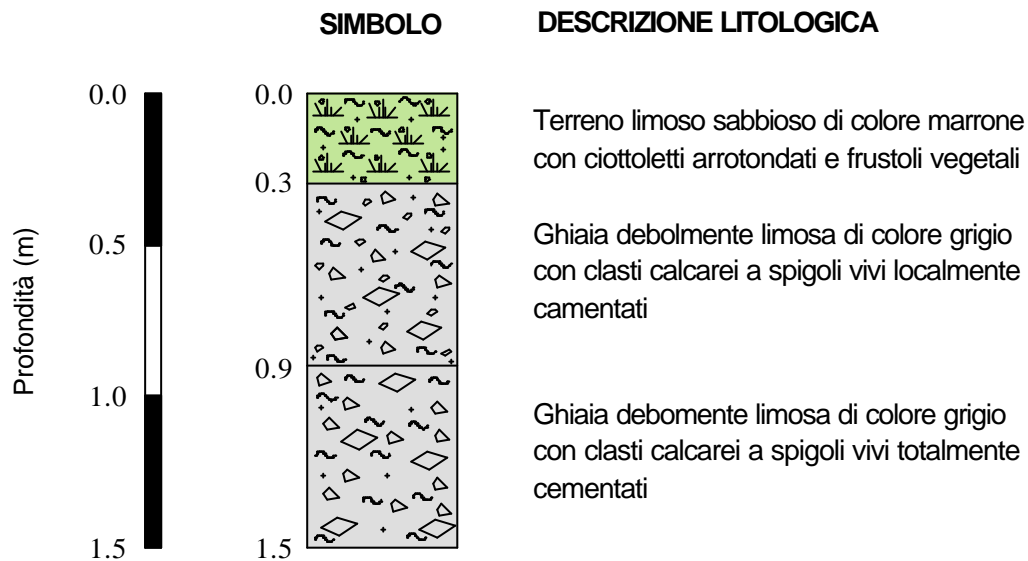
TRINCEA ESPLORATIVA N. 2

Committente
Sig. Dusi Romano

Località
Via della Repubblica

Anno di esecuzione
-

STRATIGRAFIA



COMUNE DI ENDINE GAIANO

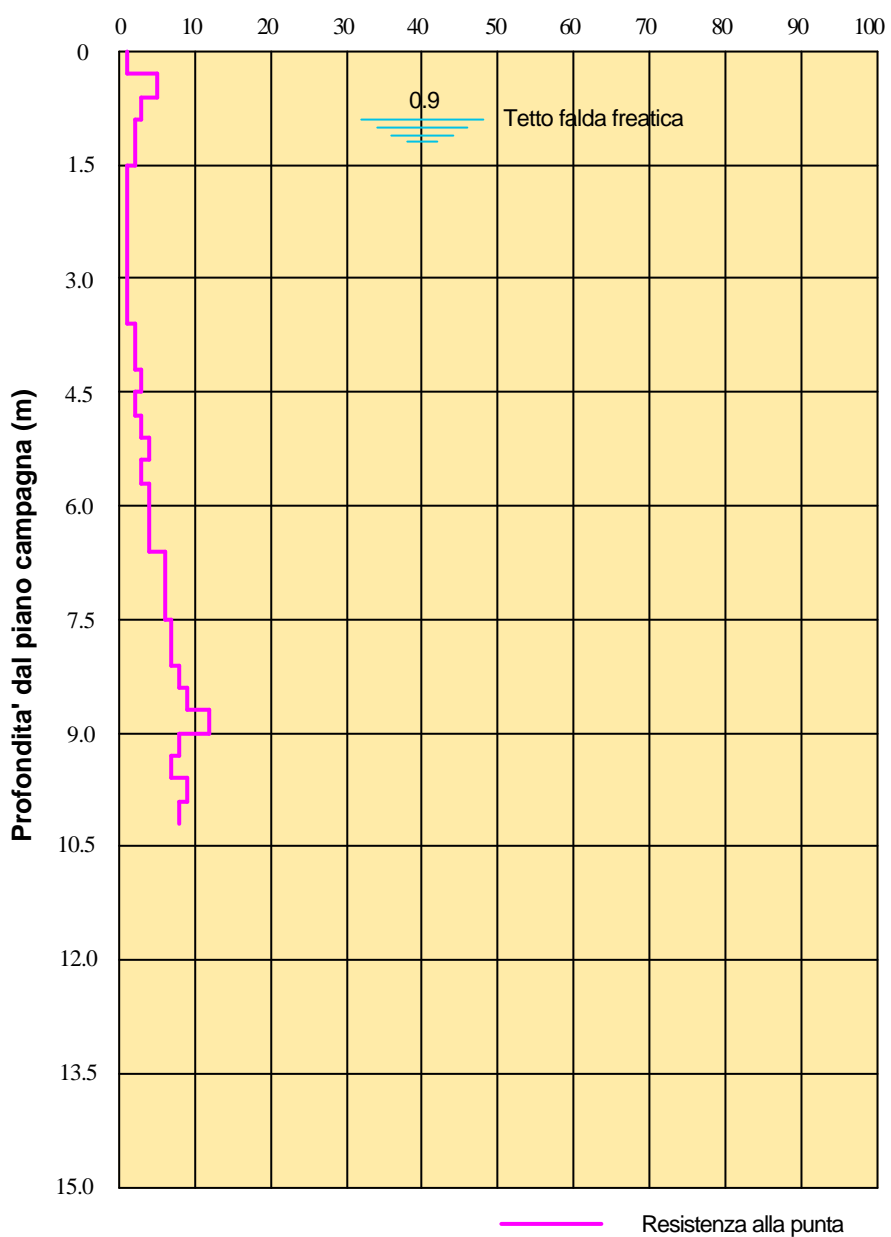
Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

PROVA PENETROMETRICA N. 1

Committente Immobiliare Teorema S.r.l.	Località Via San Remigio	Impresa e data di esecuzione Dott. Zanchi - 2000
---	---	---

Tipo di prova = DPSH Diametro della punta (mm) = 50.8 Conicità della punta = 60°	Peso del maglio (kg) = 73 Altezza di caduta del maglio (cm) = 75 Avanzamento (cm) = 30	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 350 Lunghezza prova (m) = 10.2 Profondità falda (m) = 0.9
--	--	---

N. colpi/30 cm di affondamento



COMUNE DI ENDINE GAIANO

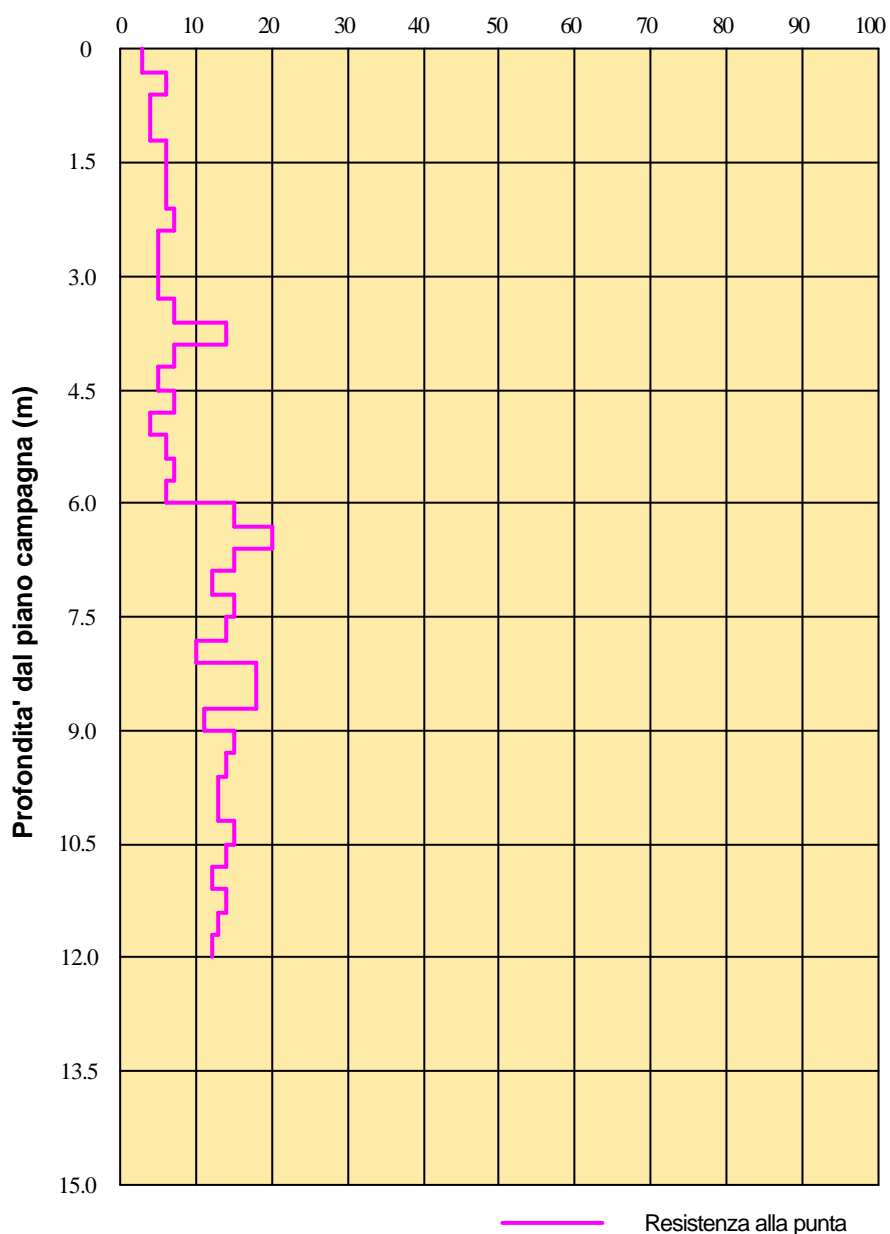
Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

PROVA PENETROMETRICA N. 2

Committente Sigg. Scarsi - Ziboni	Località Via Tonale	Impresa e data di esecuzione Geoprove - 1999
---	-------------------------------	--

Tipo di prova = DPSH Diametro della punta (mm) = 50.8 Conicità della punta = 60°	Peso del maglio (kg) = 73 Altezza di caduta del maglio (cm) = 75 Avanzamento (cm) = 30	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 340 Lunghezza prova (m) = 12.0 Profondità falda (m) =
--	--	---

N. colpi/30 cm di affondamento



COMUNE DI ENDINE GAIANO

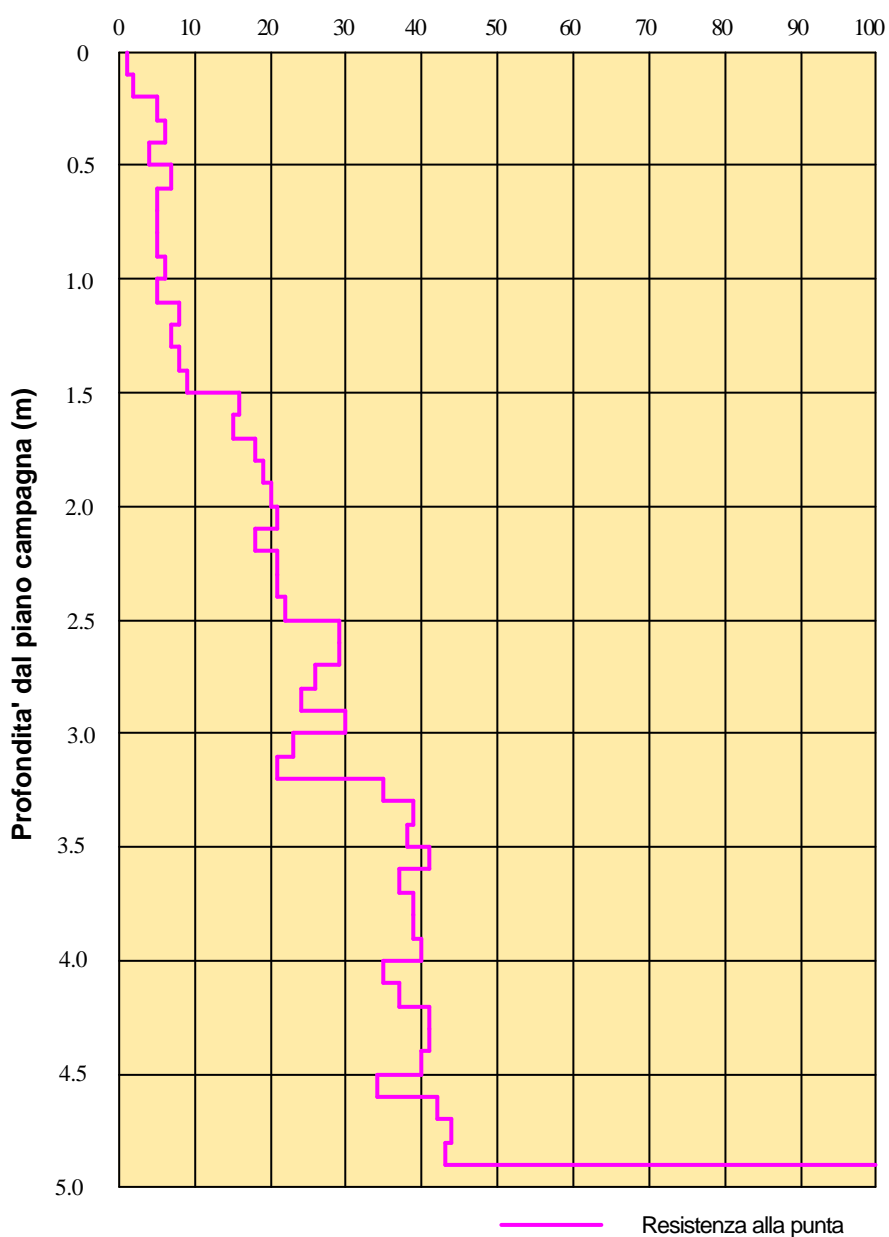
Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

PROVA PENETROMETRICA N. 3

Committente Sig. Mario Castelli	Località Via Maffessanti	Impresa e data di esecuzione 1999
---	------------------------------------	---

Tipo di prova = DPM Diametro della punta (mm) = 35.7 Conicità della punta = 60°	Peso del maglio (kg) = 30 Altezza di caduta del maglio (cm) = 20 Avanzamento (cm) = 10	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 378 Lunghezza prova (m) = 5.0 Profondità falda (m) =
---	--	--

N. colpi/30 cm di affondamento



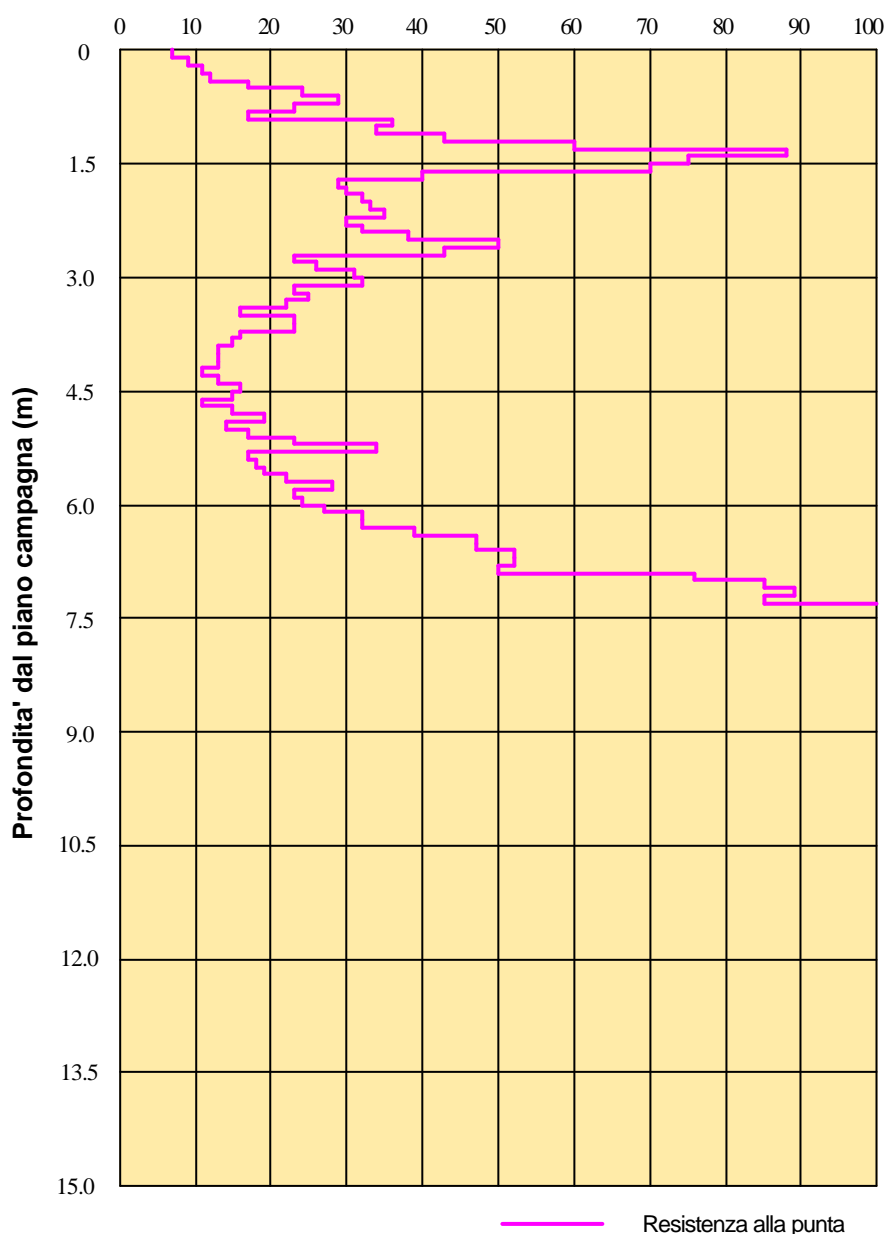
COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

PROVA PENETROMETRICA N. 4

Committente Sig. Piccinelli	Località Via Costituzione	Impresa e data di esecuzione 1999
Tipo di prova = DPM Diametro della punta (mm) = 35.7 Conicità della punta = 60°	Peso del maglio (kg) = 30 Altezza di caduta del maglio (cm) = 20 Avanzamento (cm) = 10	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 373 Lunghezza prova (m) = 7.40 Profondità falda (m) =

N. colpi/30 cm di affondamento



COMUNE DI ENDINE GAIANO

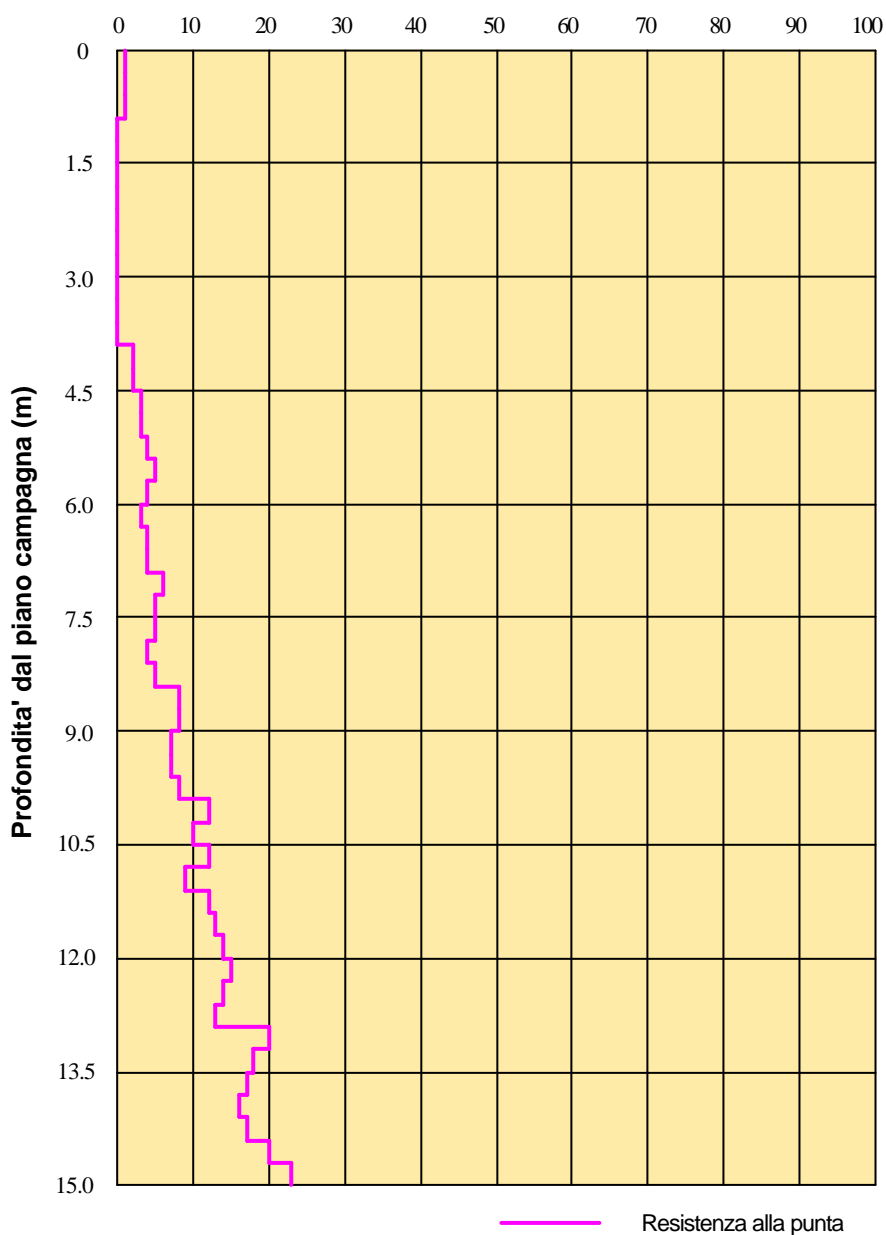
Studio geologico a supporto della pianificazione comunale

PROVA PENETROMETRICA N. 5

Committente Cabital sas	Località Via Tonale	Impresa e data di esecuzione 1992
-----------------------------------	-------------------------------	---

Tipo di prova = DPT Diametro della punta (mm) = 50.8 Conicità della punta = 60°	Peso del maglio (kg) = 73 Altezza di caduta del maglio (cm) = 75 Avanzamento (cm) = 30	Quota piano campagna (m s.l.m.) = 340 Lunghezza prova (m) = 18.0 Profondità falda (m) =
---	--	---

N. colpi/30 cm di affondamento



ALLEGATO 6
Documentazione fotografica

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 1 – Detriti di versante in via Gandino



Foto n. 2 – Depositi di conoide alluvionale in località Pura

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 3 – Area di fondovalle con depositi fluvio-lacustri in località San Remigio



Foto n. 4 – Deposito glaciale nei pressi della località Palate

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 5 – Affioramento di un filone porfirico in prossimità della località Ca del Capo



Foto n. 6 – Calcare di Moltrasio alle pendici del Monte Torrezzo

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 7 – Calcarea di Sedrina alle pendici del Monte Siculo



Foto n. 8 – Argillite di Riva di Solto in località Ca del Capo

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 9 – Versante montano formato dal Calcarea di Zu e dalla Dolomia a Conchodon



Foto n. 10 – Calcarea di Zorzino in località Pertegalli lungo la S.S. n. 42

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 11 – Affioramento di Dolomia Principale in prossimità della sorgente Grione



Foto n. 12 – Panoramica del sovrascorrimento Dolomia Principale-Calcare di Zorzino

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 13 – Versante interessato da coni detritici e da fenomeni di ruscellamento diffuso



Foto n. 14 – Conoide di Pura

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 15 – Conoide di Valmaggioro



COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale

Foto n. 16 – Conoide di Tironega



Foto n. 17 – Conoide di Piangaiano

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 18 – Nicchie di frana in roccia e aree soggette a distacco di blocchi rocciosi



Foto n. 19 – Panoramica del versante orografico sinistro comprendente la Valle dei Fondi e dei Cerri

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 20 – Terrazzette erbose sul versante meridionale del Monte Torrazzo



Foto n. 21 – Versante interessato dalla frana storica di San Felice

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 22 – Morfologia pinnacoli e torrioni nella Dolomia principale in località Botta



Foto n. 23 – Area paludosa ad E del Lago di Endine in prossimità del centro abitato

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 24 – Zone paludose e di ristagno idrico attorno al Lago di Gaiano

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 25 – Masso erratico in località Ca Bianca



Foto n. 26 – Fondovalle con rocce montonate in prossimità del Lago di Gaiano

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 27 – Area interessata da terrazzamenti glaciali lungo la S.S. n. 42



Foto n. 28 – Pianoro glaciale in località Ca Bianca

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 29 – Fenomeni di soliflusso in località Parete Alta



Foto n. 30 – Dolina posta sul versante meridionale del Monte Torrezzo

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 31 – Incisione valliva della Valle del Ferro con evidenza delle opere idrauliche



Foto n. 32 – Frana di scivolamento superficiale in località Valle delle Fontane

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 33 – Frana d scivolamento in località Ca Bianca all'interno della Valle del Ferro



Foto n. 34 – Opera di difesa spondale in località Piangaiano

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 35 – Opera di captazione della Sorgente Melighera



Foto n. 36 – Opere di presa della Sorgente Grione in località Valle delle Fontane

COMUNE DI ENDINE GAIANO

Studio geologico finalizzato alla pianificazione comunale



Foto n. 37 – Panoramica del Lago di Gaiano con cava di pietra sul lato settentrionale



Foto n. 38 – Terrazzamenti antropici in località Fanovo