



COMUNE DI BACENO

PROPOSTA DI INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SCIABILI

art 5 bis della Legge Regionale 26 gennaio 2009 n. 2 e s.m.i.

PROGETTO DEFINITIVO



Progetto

Geologo incaricato

Il Sindaco

Il Segretario comunale

Il Responsabile del Procedimento

SMA
PROGETTI

ing. Paolo Cavaglià
Corso Moncalieri, 56
10133 - Torino

STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO

Bossalini dott. Germano & Cattin dott. Marco
Via Marzabotto, 26 - 28845 DOMODOSSOLA (VB)

Andrea Vicini

Giovanni Boggi

Massimiliano Betteo

Titolo elaborato:

Relazione geologica

Numero:

Titolo elaborato:	Numero:
Relazione geologica	

INDICE

1. CARATTERISTICHE GENERALI DELLO STUDIO.....	2
2. RACCOLTA ED ANALISI DI DATI ESISTENTI.....	3
3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE.....	3
• <u>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</u>	3
• <u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</u>	4
• <u>QUADRO TETTONICO</u>	4
• <u>DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLE PRINCIPALI LITOLOGIE</u>	6
• <u>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO</u>	8
4. ANALISI GEOMORFOLOGICA E DISSESTI ATTUALI	9
• <u>INFLUENZE STRUTTURALI E LITOLOGICHE SULLA MORFOLOGIA</u>	9
• <u>MORFOGENESI GLACIALE</u>	10
<i>Forme di erosione</i>	10
<i>Forme di accumulo</i>	12
• <u>FORME E DEPOSITI CRIOGENICI E NIVALI</u>	13
• <u>FORME E DEPOSITI DOVUTI ALLA GRAVITÀ</u>	14
• <u>FORME E DEPOSITI DOVUTI ALLO SCORRIMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI E FLUVIOGLACIALI</u>	15
• <u>DISSESTI LEGATI A MOVIMENTI DI VERSANTE</u>	16
5. SINTESI DEL DISSESTO GEOMORFOLOGICO ED INTERFERENZA CON LE AREE SCIABILI	16

1.CARATTERISTICHE GENERALI DELLO STUDIO

Il presente studio è stato effettuato secondo gli standard definiti dalla Circolare 7/LAP/96 e successiva Nota Tecnica Esplicativa ed è di supporto allo strumento urbanistico denominato “**Proposta di individuazione delle aree sciabili**” art 5 bis della Legge Regionale 26 gennaio 2009 n. 2 e s.m.i.

In particolare del territorio del Comune di Baceno si è preso in considerazione il versante del Monte Cazzola dove sono localizzati gli impianti dedicati alla discesa e l'ampia zona dove si sviluppa la pista da fondo.

Gli elaborati geologici allegati costituiscono un'elaborazione che prende origine dalla raccolta delle indagini di natura storica, geologica, geomorfologica, idrologica, idrogeologica e geotecnica eseguite dal sottoscritto nell'ambito della redazione della **Variante di revisione generale del PRGC**.

Sulla base della documentazione precedentemente elaborata, di tutti i dati raccolti mediante rilevazioni dirette sul terreno e le analisi eseguite è stato possibile stendere una serie di elaborati riassuntivi e in particolare:

RELAZIONE GEOLOGICA	
QUADRO DEL DISSESTO GEOMORFOLOGICO CON SOVRAPPOSIZIONE DELLE AREE SCIABILI	SCALA 1:5.000

2. RACCOLTA ED ANALISI DI DATI ESISTENTI

Sono stati esaminati, e, ove necessario, utilizzati per la stesura dello studio, i seguenti documenti:

DOCUMENTI CARTOGRAFICI:

- Carta Nazionale Svizzera scala 1:50.000: fogli 265 (Nufenenpass) e 275 (Valle Antigorio);
- Carta Nazionale Svizzera scala 1:25.000: fogli 1270 (Binntal) e 1290 (Helsenhorn);
- Istituto Geografico Militare Italiano scala 1:25.000: tavolette 5 II SO (P.ta d'Arbola), 5 II SE (Formazza), 15 I NO (Baceno);
- Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000: fogli 035040 (P.ta d'Arbola), 035070 (Punta di Boccareccio), 035080 (Alpe Devero), 035110 (Cazzola), 035120 (Baceno); 036010 (Rivasco); 036050.
- Banca Dati Geologica: carte tematiche scala 1:100.000 (Regione Piemonte Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico).
- Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici Delimitazione delle aree di dissesto foglio 035 SEZ. - II – Varzo

Per la stesura della cartografia sono state utilizzate le basi della carta tecnica regionale BD3 modificandole con l'aggiunta di corsi d'acqua ricavati dal catasto o con rilievo sul terreno tramite GPS, completando e/o correggendo la toponomastica ove necessario, eliminando in fase di stampa le linee di livello secondarie per migliorare la lettura della carta.

3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

• Inquadramento geografico

Il settore Nord del territorio comunale comprende il Parco Naturale Alpe Devero. Verso Nord Ovest è delimitato dalla linea di cresta che fa da confine con la Svizzera (Valle di Binn) e che comprende tutte le cime più elevate, per lo più superiori ai 3000 metri di quota: il Pizzo Boccareccio (3207 m), l'Helsenhorn (3272 m), il Pizzo Cornera (3084 m), il Monte Cervandone (3211 m), la Punta Marani (3108 m) e la Punta della Rossa (2888 m) che sovrastano la Val Buscagna e la conca di Devero; il Pizzo Crampiole (2766 m), il Pizzo Fizzo (2757 m), la Punta di Valdeserta (2939 m), l'Albrunhorn (2885 m) e la Punta d'Arbola (3235 m) che sovrastano invece Crampiole e il Lago di Devero.

Verso Est il territorio comunale è delimitato dalla linea di cresta che separa dalla Valle

Antigorio-Formazza e dalla Valle di Agàro e che comprende le Punte del Forno (2919 m), il Monte Minoia (2800 m), i Pizzi del Busin (2727 m), la Punta di Tanzonia (2684 m), la Punta della Valle (2667 m), il Monte Corbernas (2578 m), il Monte Sangiatto (2387 m) e la Corona Troggi (2309 m).

Il limite del settore Sud è invece piuttosto articolato: inizialmente (verso Ovest) coincide con la linea di cresta che unisce Scatta d'Oroghna (2461 m) al Pizzo Creggio (2280 m); poi attraversa la Val Bondolero risalendo fino a Punta di Corte Cerino (2168 m), scende a mezza costa ai piedi del grande anfiteatro dell'Alpe Brumei e risale fino al Corno del Cistella. Da qui scende decisamente fino alla confluenza tra Toce e Devero, toccando l'Alpe Deccia, Compolo e l'Oratorio della Salera. Sul versante sinistro della Val Devero il limite comunale segue dapprima l'orlo delle verticali pareti che sovrastano Goglio, poi dalla zona dell'Alpe Locciabella taglia diagonalmente il versante abbassandosi fin quasi a raggiungere il fondovalle; per breve tratto coincide con l'alveo del Rio di Agaro e quindi risale fino alla Loccia del Robbi (2450 m); da qui, seguendo la linea di cresta, si abbassa per chiudersi infine a Verampio.

- **Inquadramento geologico**

L'interpretazione geologica di questa zona, e in generale l'assetto geologico-strutturale della Val d'Ossola, ebbero un consistente impulso a seguito della realizzazione del Traforo del Sempione grazie alla possibilità di tarare e confrontare i dati di superficie con le osservazioni e i rilevamenti in profondità lungo il tracciato della galleria.

Alla realizzazione del Traforo seguì la nascita della classica interpretazione della struttura dell'arco alpino occidentale (Schardt, 1903; Argand, 1911) che prevedeva la sovrapposizione di grandi pieghe anticlinali coricate, dette falde di ricoprimento, costituite dalle masse gneissiche del basamento pretriassico, separate da sinclinali strizzate della copertura mesozoica. Fino a quel momento solo il Gerlach (1869) riteneva che la massa dello gneiss di Antigorio costituisse una grande piega anticlinale coricata verso NO con la chiusura osservabile a Goglio e in Val Bondolero.

Lo studio geologico di questa zona fu affrontato in modo approfondito da Schmidt e Preiswerk (1908) proprio in occasione della campagna di rilevamento per la realizzazione della Carta geologica del Gruppo del Sempione (1:50.000) e da Stella (1904) per la realizzazione dei Fogli Geologici 15 (Domodossola) e 5 (Val Formazza). In seguito fu soprattutto Castiglioni (1956 e 1958) a occuparsi di quest'area, sia dal punto di vista geologico che geomorfologico. A partire dagli anni sessanta, ulteriori lavori contribuirono ad approfondire le conoscenze (Milnes 1965, 1973, 1974; Joss, 1967; Bischke, 1968; Keusen, 1972; Leu, 1986; Spring, 1988; Spring, Raymond, Masson & Steck, 1992; Canepa, 1993; Pastorelli, 1993).

- **Quadro tettonico**

Il massiccio del Sempione e l'alta Val d'Ossola, con cime elevate anche oltre i 3500 metri e valli che intagliano profondamente l'edificio alpino fino ai 270 metri di Domodossola, rappresentano una eccezionale sezione geologica naturale attraverso la pila delle falde penniniche, cioè le unità più profonde della catena alpina.

Il profilo semplificato da Schardt e Preiswerk, 1908, modificato da Castiglioni, 1958 può aiutare a meglio comprendere i rapporti tra le varie unità tettoniche e rivela la sovrapposizione di grandi pieghe anticlinali coricate, dette anche falde di ricoprimento, costituite dalle masse gneissiche del basamento pretriassico, la cui delimitazione è evidenziata da intercalazioni di parascisti derivati dai sedimenti della copertura mesozoica scollatisi durante la messa in posto dei loro basamenti. I limiti tra le unità sono suborizzontali nella zona di Baceno e tendono a immergere verso NW nella zona di Devero, con complicazioni locali dovute a pieghe.

Secondo le classiche suddivisioni possiamo distinguere dal basso verso l'alto:

- **Gneiss di Verampio** (Elemento 0 di Argand)): si tratta litologicamente di uno gneiss granitico di colore chiaro, biancastro, poco deformato, recentemente interpretato come un corpo intrusivo tardo alpino. Rappresenta l'elemento tettonico più profondo conosciuto dell'intero edificio alpino e affiora con un andamento a cupola (lunga circa 2 km e larga circa 1 km) solo nella zona di Verampio e Maiesso, dove la Valle di Devero confluisce nella Valle Antigorio.

- **Micascisti di Baceno:** si tratta di un insieme omogeneo di micascisti granatiferi a due miche con locali intercalazioni di rocce gneissiche e di rocce basiche.

Affiorano con continuità tra Verampio, Baceno e Premia.

- **Gneiss di Antigorio:** è il nucleo di una grande struttura anticlinale suborizzontale costituita da un basamento gneissico metagranodioritico.

Affiora con continuità tra Baceno e Goglio.

- **Zona del Teggiolo:** interpretata come la copertura sedimentaria autoctona in posizione normale dell'Ortogneiss di Antigorio. Si tratta essenzialmente di marmi e calcescisti. Affiora con continuità nelle ripide pareti rocciose sovrastanti Goglio.

- **Gneiss del Lebendun:** si tratta di paragneiss leucocrati a due miche, plagioclasti, ortoclasti e granati, derivanti dal metamorfismo di sedimenti arenaceo-conglomeratici. Affiorano limitatamente lungo il crinale che separa la Val Devero dalla Valle di Agàro, soprattutto in corrispondenza dell'Alpe Locciabella, della Punta della Valle e del Lago di Pojala. Una fascia sottile è facilmente osservabile lungo il T. Devero tra La Forcola e Cologno e prosegue verso SW in direzione dell'Alpe Creggio per poi raccordarsi con gli affioramenti del Pizzo Diei. Questa fascia è ben distinguibile anche guardando da Goglio per il colore bianco-grigiastro che contrasta nettamente rispetto le rocce circostanti.

- **Zona di Faldbach:** costituita da marmi, marmi dolomitici, e da un insieme eterogeneo di calcescisti. Rappresenta la copertura detritica sedimentaria del Monte Leone, in posizione inversa, e affiora soprattutto nella zona da Devero al Monte Cazzola e da Devero all'Alpe Forno.

- **Gneiss del Monte Leone:** rappresenta un basamento composito costituito da

ortogneiss, paragneiss, micascisti e metabasiti. Costituisce l'ossatura delle montagne che sovrastano verso Nord la Conca di Devero.

Lo gneiss del Monte Leone comprende anche la massa ultrafemica di Geisspfad (Punta Marani, Punta della Rossa, Pizzo Crampio e Punta Fizzi).

- **Descrizione e caratteristiche meccaniche delle principali litologie**

Gneiss di Antigorio: si presenta generalmente con aspetto massivo, omogeneo, e per questo viene cavato come pietra da taglio (Serizzo Antigorio).

La scistosità è poco evidente e la roccia è interessata da sistemi di fratturazione normalmente molto spazati (da alcuni metri ad alcune decine di metri). Questa roccia forma per gran parte i fianchi della valle tra Goglio e Baceno e si presenta lisciata dall'azione erosiva glaciale.

Nel complesso può essere considerato un litotipo dalle ottime caratteristiche geotecniche.

Localmente la roccia è interessata da fasce cataclastiche connesse a linee di faglia e in questo caso si presenta pervasa da sistemi di frattura. Nel complesso però è caratterizzata dal punto di vista geomeccanico da buoni parametri così riassunti (dati tratti da Michele Piazza:

Le pietre ornamentali del Verbano-Cusio-Ossola. Relazione di petrografia applicata):

<i>Carico di rottura a compressione semplice:</i>	<i>1714 Kg/cm^q</i>
<i>Carico di rottura a compressione semplice dopo gelività:</i>	<i>1710 Kg/cm^q</i>
<i>Coefficiente di imbibizione riferito al peso:</i>	<i>3.75 ‰</i>
<i>Carico di rottura a trazione per flessione:</i>	<i>168 Kg/cm^q</i>
<i>Resistenza all'urto:</i>	<i>79 cm</i>
<i>Usura per attrito radente</i>	<i>0.81 mm</i>
<i>Peso per unità di volume:</i>	<i>2657 Kg/mc</i>

Gneiss del Monte Leone: si caratterizzano per il colore generalmente chiaro e una scistosità piuttosto evidente soprattutto nei tipi a grana fine (come quelli del Monte Cervandone e della Punta Gerla). Alla Punta d'Arbola e al Monte Minoia prevalgono invece tipi con un accentuato sviluppo di certi individui di K-feldspato tanto da assumere un aspetto occhiadino. Localmente (Passo e Punta del Forno) lo gneiss presenta frequenti alternanze con livelli a facies anfibolica e cloritica con intercalazioni di anfiboliti ricche di epidoto.

Queste rocce sono interessate da numerosi sistemi di fratturazione che intersecandosi tendono a formare elementi di forma prismatica che, soggetti a intensi fenomeni di gelo e disgelo tipici dell'ambiente di alta montagna, si distaccano facilmente andando ad alimentare continuamente i grandi coni detritici alla base delle ripide pareti.

Rocce ultrabasiche: nella zona compresa tra il Cervandone a SO e la Val Deserta a NE, è inserito, entro la massa dello gneiss del Monte Leone e senza intercalazioni di calcescisti, un complesso di rocce ultrafemiche, di 4-5 Kmc. Esso forma le cime di quel tratto di cresta che dal Fleschhorn attraverso la Punta Marani, la Punta della Rossa e il Pizzo Crampio, costituisce lo spartiacque tra l'Alpe Devero e la Binntal. Alcuni prolungamenti affiorano più a meridione, sui versanti est e sud-est del M. Cervandone.

La massa principale è costituita da una roccia antigoritico-olivinica ricca di minerali ferrosi, la cui ossidazione conferisce superficialmente la tipica colorazione rossastra, mentre sulla superficie fresca presentano un colore verde intenso localmente con lucentezza sericea.

La roccia è generalmente molto dura e compatta; in alcune zone si presenta sotto forma di scisti serpentinosi che tendono a frammentarsi facilmente.

Micascisti di Baceno: sono rocce marcatamente scistose, fogliettate con evidenti lamine di mica e granati rosso-bruni anche di notevoli dimensioni. Costituiscono la barra rocciosa che separa Premia e Baceno dalla Piana di Verampio e in queste rocce sono scolpite le tipiche forme di erosione delle Marmitte di Croveo, dell'orrido di Silogno e degli orridi di Urienzo.

Può essere considerato un litotipo dalle buone caratteristiche geotecniche per terreni di fondazione.

Calcescisti (s.l.): con questo termine comprendiamo sia i litotipi della Zona del Teggiolo che quelli della zona di Faldbach che rappresentano gli antichi terreni sedimentari di copertura che separano i diversi corpi gneissici. I calcescisti sono costituiti da una larga varietà di rocce scistose, originariamente più o meno calcaree, argillose o quarzose, spesso fortemente alterate e di color ruggine all'esterno per ossidazione di minerali di ferro.

Questo colore superficiale li rende facilmente riconoscibile anche da lontano quando sono vicini o intercalati agli gneiss di tinta più chiara, grigiastri. In prevalenza sono costituiti da calcite, quarzo, mica bianca e biotite: la netta scistosità è dovuta all'orientazione preferenziale delle miche.

Entro la fascia Buscagna-Devero-Codelago prevalgono termini più poveri di calcite con colorazione più scura che rappresentano forme di transizione verso i micascisti; localmente diventa caratteristica la presenza di granato tra i minerali accessori (scisti granatiferi).

Lungo la strada gippabile che sale a Crampio e nella zona del Mont'Orfano sono presenti intercalazioni basiche.

Quando invece la frazione calcarea diventa predominante si hanno dei veri e propri marmi come quelli nella zona di Corte Corberras e dell'Alpe Fontane, caratterizzati da un

colore bianco-giallastro.

Nella zona circostante la conca di Baceno (zona di Uresso, Graglia, Cuggine, Cappella Grande, Beulino, Cima Chioso) affiorano litotipi calcareo-arenacei piuttosto alterati, di aspetto farinoso, localmente frammentati e con segni di dissoluzione chimica.

Nel complesso i calcescisti comprendono litotipi con caratteristiche geomeccaniche che variano da buone a medie.

Dolomie, calcari dolomitici, gessi: sono presenti al contatto tra i calcescisti di Devero e lo gneiss del Monte Leone sotto forma di livello esiguo e discontinuo nella zona di Scatta d'Orognà, del Vallaro (poco a valle del Lago delle Streghe, dove è stato in passato costruito un forno per la calce), dell'Alpe Codelago, di Pianboglio e della Bocchetta d'Arbola.

Questa fascia è costituita prevalentemente da dolomie saccaroidi, marmi dolomitici, quarziti e carnioli (caratterizzate dalla presenza di gessi) e sono caratterizzati da un colore grigio chiaro sulla superficie fresca, bianco-giallastro su quelle più alterate.

Sono materiali dalle pessime caratteristiche geotecniche, soprattutto per il contenuto di gessi, caratterizzati da un comportamento di tipo plastico, e che costituiscono dei preferenziali orizzonti di scivolamento delle masse rocciose.

- **Inquadramento geomorfologico**

La conca dell'Alpe Devero rappresenta un circo di origine glaciale collegato alla valle principale da una profonda incisione fluviale. Nella parte alta del territorio comunale, cioè dalle sorgenti fino all'altezza dell'Alpe Devero, la valle presenta un preferenziale allungamento secondo la direzione NE-SO e rivela un'evidente asimmetria dei versanti: più ripidi in sponda destra e meno inclinati in sponda sinistra, modellati in ampie e regolari superfici gradinate interrotte solo dalle profonde incisioni est-ovest del Rio della Valle e del Rio della Satta.

La valle del T. Buscagna, principale affluente del T. Devero, presenta analogo andamento ma scorre in senso opposto: quindi si hanno versanti ripidi in sponda sinistra e versanti poco inclinati in sponda destra. Sia la Val Buscagna che la Val Deserta appaiono sospese rispetto alla valle principale e ad essa si raccordano con un salto morfologico evidenziato da caratteristiche cascate. A partire dall'Alpe Devero la valle principale assume un andamento N-S fino a Goglio, dove si ha la confluenza con il Torrente Bondolero, la cui valle è anch'essa sospesa e si raccorda alla valle principale con la suggestiva cascata di Rio Freddo.

Nel tratto da Goglio fino alla confluenza con il Toce la valle mantiene un andamento generale NW-SE. Tra Goglio e Osso la valle si restringe e si approfondisce notevolmente lasciando lo spazio solo per l'alveo del torrente e la strada di accesso. Nella zona di Croveo la valle si apre a formare una bella conca, separata a sua volta dall'ampia conca di Baceno da

una barra rocciosa incisa dalla stretta di Cuggine.

Nel complesso il paesaggio appare decisamente alpino e condizionato dai processi morfogenetici glaciali. In sezione trasversale la valle rivela in molti tratti la classica forma ad "U" dovuta all'erosione glaciale. Il carattere predominante è l'elevata energia del rilievo, con pareti verticali, levigate dall'azione erosiva dei ghiacciai e alte alcune centinaia di metri che sovrastano il fondovalle. L'attività dei ghiacciai è testimoniata anche dagli depositi morenici presenti sia nelle zone alte dei circhi glaciali (connessi a ghiacciai locali) sia in fondovalle (collegati al grande ghiacciaio che percorreva la Valle).

4. ANALISI GEOMORFOLOGICA E DISSESTI ATTUALI

- **Influenze strutturali e litologiche sulla morfologia**

Le forme di erosione sono strettamente connesse alle condizioni tettoniche e litologiche. I rilievi e le valli infatti rivelano, nella forma e nella disposizione, una sensibile influenza strutturale. L'assetto generale delle strutture geologiche presenta un'immersione più o meno costante verso NO con inclinazione di circa 20-30°.

Questa situazione ha condizionato l'orografia e l'idrografia della zona determinando il profilo longitudinale della valle a gradini e rilievi asimmetrici, caratterizzati cioè da diversa inclinazione dei versanti.

Questo carattere è immediatamente percepibile osservando la forma della Val Buscagna e quella dell'alta Valle di Devero fino all'Alpe. Secondo la particolare terminologia che si utilizza per i corsi d'acqua e le valli quando il loro tracciato è messo in relazione con la giacitura inclinata degli strati, questi due corsi d'acqua, e le corrispondenti valli, sono detti monoclinali.

A valle della loro confluenza, che avviene in corrispondenza della frazione Ai Ponti, il T. Devero piega di circa 90° assumendo un andamento NO -SE (corso d'acqua anaclinale).

Anche la litologia influisce sulla morfologia. Le rocce affioranti rivelano un comportamento molto diverso nei confronti degli agenti di alterazione e disgregazione.

La maggiore compattezza degli gneiss e del serpentino si traduce in una migliore resistenza ai fenomeni erosivi e quindi questi litotipi determinano paesaggi e forme più articolati, con guglie e creste sottili. Invece i calcescisti, le dolomie, i calcari dolomitici e i gessi sono frequentemente ricoperti da un potente regolite, una spessa coltre di materiale eluviale, la cui genesi è resa possibile dalla facile alterabilità ed erodibilità della roccia, dovuta all'instabilità dei minerali presenti e alla tessitura scistosa: queste caratteristiche si traducono in paesaggi più arrotondati.

La presenza di faglie e fratture influenza grandemente la morfologia: per esempio le creste rocciose interessate da numerose fratture presentano profili seghettati e articolati, facilitando la disgregazione dei versanti rocciosi in seguito ai processi di gelo e disgelo (crioclastismo) che alle quote più elevate si succedono per buona parte dell'anno.

Anche l'andamento di certe vallecole e l'idrografia della zona appare influenzata dalla presenza di faglie o fratture locali. Per esempio il Rio della Valle è impostato lungo una faglia plurichilometrica disposta Est-Ovest responsabile dell'innalzamento del blocco meridionale, con conseguente maggiore erosione e venuta alla luce delle unità più profonde.

Anche la vallecola nella zona di Suzzo è impostata lungo una evidente linea di frattura.

Localmente i corsi d'acqua subiscono brusche deviazioni per seguire le linee di frattura. Sembra che anche le profonde incisioni delle marmitte di Croveo e dell'Orrido di Silogno siano state guidate da una rete di fratture preesistenti. Spettacolare è il sistema di fratture che interessa la zona del M. Cazzola, Passi di Buscagna, P.ta d'Orognia lungo cui si è sviluppato un sistema carsico ma soprattutto si innescano fenomeni gravitativi che coinvolgono il versante meridionale della Valle di Bondolero.

- **Morfogenesi glaciale**

La fisionomia morfologica attuale, anche se non esclusivamente dovuta all'azione dei ghiacciai, mostra ancora evidentissima l'impronta del glacialismo del passato.

Durante le varie epoche glaciali tutta la zona è stata in gran parte ricoperta dai ghiacci. Per avere un'idea del fenomeno, è stato ipotizzato che durante la massima espansione dell'ultima glaciazione (Wurmiana) in corrispondenza della confluenza tra la valle di Devero e la Valle del Toce lo spessore dei ghiacci potesse essere di circa 1300 m.

Forme di erosione

Circhi glaciali: la presenza glaciale è testimoniata ampiamente dai piccoli ma ben sviluppati circhi, conche delimitate da pareti verticali che accolgono le acque di un laghetto o piccoli glacio-nevati ancora attivi. Tali si presentano per esempio il circo a est di P.ta Moro sovrastante la Valle di Bondolero; quello che accoglie il Bivacco Combi e Lanza e quello nella zona P.ta Devero-Passo degli Ometti, sovrastanti la Val Buscagna.

Molto grande ed evidente, ma che non rientra nel territorio comunale di Baceno è il grande circo glaciale dell'Alpe Brumei, delimitato verso monte dalle ripide pareti nord orientali del Monte Cistella e lateralmente dalla Punta di Corte Cerino e dalla Pizzetta di Brumei.

La presenza quasi costante di un piccolo lago è resa possibile dalla capacità del ghiacciaio di scavare in contropendenza. La stessa conca di Devero è un circo glaciale

sospeso sulla valle principale a cui si raccorda tramite un gradino in roccia che origina la Cascata dell'Inferno.

Nella zona di Devero i circhi sono però relativamente scarsi. Prevalgono invece forme a ripiani o pianori a terrazza (Marinelli, 1908) come quelli molto aperti del Forno (uno tra i 2225 e i 2300 metri, l'altro tra i 2475 e i 2525 metri) e nella zona del Sangiatto (tra i 2000 e i 2075 metri). Questi ripiani rivelano spiccate caratteristiche morfologiche e idrografiche delle regioni un tempo ricoperte dai ghiacci: suolo roccioso irregolarmente ondulato, avvallamenti occupati da depositi alluvionali, acquitrini, pozze o laghetti. Le raccolte d'acqua sono spesso collegate tra loro, con emissari talora diretti in senso contrario a quello generale della valle (come per l'emissario del laghetto quotato 2207 m a sud dell'Alpe Forno Inf., che scorre in direzione dell'Alpe Forno per poi scomparire in un inghiottitoio legato a fenomeni carsici).

La valle del T. Devero, dalla zona di Pianboglio fino all'Alpe, presenta un carattere molto particolare. La forma del fondo della valle appare sdoppiato per circa 6 Km, presentando depressioni secondarie disposte parallelamente alla valle principale (come il Canaleccio o Valle delle Marmotte). Esistono praticamente due solchi paralleli. Il Rio d'Arbola scorre prima in quello di destra, mentre il sentiero che scende dalla Scatta Minoia segue il Canaleccio che rappresenta un tratto del solco di sinistra. Il lago di Devero è formato da due bacini separati dai rilievi che originano i caratteristici isolotti. Il torrente esce come emissario del lago dalla punta di SO e ritorna quindi per un tratto nel solco di destra separato da quello di sinistra dal Mont'Orfano. A Crampio il torrente riprende la sua via nel solco di sinistra e vi si mantiene fino all'altezza dell'Alpe Devero. Questa particolarità morfologica è imputabile sia a motivi strutturali (pieghe blande con asse circa N-S) sia all'azione erosiva di ghiacciai che per un certo tempo hanno mantenuto distinte le loro lingue di ghiaccio.

Gradini glaciali: la presenza glaciale è testimoniata anche dal profilo longitudinale a gradinata della Valle di Devero. Un primo gradino in roccia si può osservare sopra l'Alpe Forno Sup.; un altro sopra Piamboglio; altri due appena sotto Devero coincidenti con la cascata dell'Inferno e con quella sotto a Cologno; un altro gradino, il più alto, arriva fino a Goglio. Vanno ricordati anche i gradini di confluenza delle valli secondarie come quello che raccorda la Val Buscagna alla piana di Devero (cascata di Buscagna) e soprattutto quello alla confluenza tra il Rio di Agaro e il T. Devero e quello tra il T. Bondolero e il T. Devero (cascata di Rio Freddo).

Rocce montonate: sono le rocce lisciate e levigate dall'azione di modellamento dei ghiacciai: le sporgenze rocciose del substrato venivano modellate dalla potente azione erosiva del ghiaccio in movimento assumendo forme tipicamente e dolcemente arrotondate sul lato a monte, più irregolare e scabra sul lato a valle. Sono ben evidente in tutta la valle: spettacolari quelle che si possono osservare al Passo della Rossa, alla Bocchetta d'Arbola e lungo il

canale che porta alla Punta Marani, ma sono molto evidenti anche nella bassa valle, ad Ausone, a Esigo, a Crino, alla Beola. Queste forme localmente presentano delle striature che danno il senso di movimento del ghiacciaio. Infatti dove un blocco di roccia, resistente ed appuntito, veniva trattenuto dal ghiaccio e trascinato sulla superficie del substrato roccioso, dava origine ad una serie di scanalature disposte lungo la direzione di movimento.

Forme di accumulo

Morene: rappresentano i materiali trasportati e depositati dai ghiacciai. Gli accumuli morenici qui presenti sono ascrivibili alle fasi stadiali tardo-glaciale o a quelle oloceniche, in quanto durante la massima espansione dell'ultima grande glaciazione (Wurmiana) tutta la zona si trovava completamente ricoperta dai ghiacci, con prevalenza dell'attività erosiva.

Val Buscagna: in questa ampia valle ad andamento SW-NE sono ben conservati sistemi di archi morenici. Nella zona della testata valliva (verso Punta d'Orognà) si hanno i depositi più recenti con massi a spigoli vivi non lichenizzati; in alcuni punti si può anche osservare la sovrapposizione di questi accumuli su altri più vecchi, ormai ricoperti dalla vegetazione. Nella parte bassa della valle i depositi morenici sono molto diffusi, con maggiori spessori e sono costituiti da massi a spigoli arrotondati. La vegetazione (anche arborea) ha completamente colonizzato queste superfici caratterizzate da depressioni e cumuli. Una di queste depressioni è occupata dal Lago Nero la cui persistenza è assicurata dal fine materiale limoso che ne impermeabilizza il fondo. Nella Valle attualmente non esistono lingue di ghiaccio ancora attive; tuttavia nei piccoli circhi che sovrastano la Val Buscagna sono ancora presenti ghiacciai ridotti a glacio-nevati con abbondante materiale morenico organizzato in cordoni. Nella zona del Passo del Cornera esistono abbondanti depositi morenici recenti ed attuali che rivelano in diversi punti ghiaccio sepolto. Un tempo in quest'area il ghiacciaio si sdoppiava inviando la lingua principale verso la Binntal e una secondaria verso Buscagna.

Zona M. Cervandone-Punta della Rossa-Pizzo Crampio: in quest'area si sviluppa il Ghiacciaio della Rossa che tra quelli ancora attivi mostra le maggiori dimensioni, anche se ultimamente si è sensibilmente ridotto e confinato nella parte superiore del suo bacino. Nella zona frontale (a quota 2600) prevale materiale con massi a spigoli vivi ricco di materiale fine localmente rimobilizzato per processi crionivali. L'abbondanza di materiale fine limoso testimonia ancora intensi fenomeni di ablazione. Più a valle si hanno due evidenti cordoni morenici con profilo trasversale affilato, costituiti da massi a spigoli vivi e matrice fine. I versanti rivolti verso l'interno (dove scendeva la lingua di ghiaccio) sono molto inclinati e presentano diffusi fenomeni di crollo che localmente rivelano la presenza di ghiaccio sepolto. La sommità appare ricoperta da ridotta copertura vegetale. Questi due poderosi accumuli sono da ricondurre al periodo della Piccola Era Glaciale (XIII-XVII secolo).

Val Deserta: questa valle ha un andamento circa N-S fino all'altezza dell'alpe, poi piega verso est raccordandosi con il Lago di Devero. Il materiale morenico è molto diffuso, parzialmente mascherato da coni detritici di versante. Nella parte alta, verso la Punta di Valdeserta (Gr. Shinhorn) e il Kleines Shinhorn, il ghiaccio è ancora presente: un cordone morenico evidente fiancheggia il lato destro, mentre il fianco sinistro è parzialmente ricoperto da detrito caduto dal versante soprastante. Nella parte bassa della valle l'accumulo morenico (più antico) raggiunge spessori considerevoli (alcune decine di metri) e va a costituire l'ampio

promontorio, intensamente colonizzato dalla vegetazione e dal bosco, che entra nel Lago di Devero.

Zona Punta d'Arbola-Forni: sul versante di Devero il ghiacciaio dell'Arbola occupa un piccolo circo ma negli ultimi anni si è quasi completamente estinto: questo fenomeno ha innescato una serie di crolli nella zona a quota 3164 che si sono protratti con continuità nell'estate 1990 e 1991. Le rocce montonate dell'Albrunpass testimoniano della connessione esistente con il ghiacciaio che scendeva verso la Bintalhutte. Nella zona dell'Alpe Forno inf. i depositi morenici sono abbondanti e organizzati in cordoni lichenizzati e parzialmente ricoperti dalla vegetazione. Spostandosi verso sud il materiale morenico ricopre con continuità tutto il ripiano dei Forni fino all'Alpe della Satta. Gli spessori sono fortemente ridotti e localmente, lungo le incisioni di corsi d'acqua effimeri, viene alla luce il substrato roccioso costituito da calcescisti. Lungo il gradino soprastante, più prossimo al crinale M. Minoia-Pizzi del Busin, gli spessori della coltre morenica sono ridottissimi e a volte si hanno singoli blocchi appoggiati sul substrato roccioso (in questo caso si parla preferibilmente di massi erratici).

- **Forme e depositi criogenici e nivali**

Queste forme del modellamento dei versanti legate all'azione del gelo discontinuo e della permanenza della neve al suolo si concentrano nelle zone più alte del territorio.

Soliflusso: le forme più diffuse sono i lobi di soliflusso, fenomeni molto diffusi soprattutto lungo i versanti più ripidi costituiti da calcescisti e micascisti. Queste litologie, per una più facile disgregabilità, originano potenti coltri di materiale eluviale e colluviale, ricco di materiale fine, che imbevuto di acqua e con il contributo del gelo e disgelo e della gravità, può lentamente mobilizzarsi verso valle. Localmente questo fenomeno è rivelato dalla presenza di alberi con il tronco fortemente incurvato.

Valanghe: espressioni più familiari legate alla presenza del manto nevoso in inverno e primavera sono le valanghe. Ai piedi di ripidissimi canali queste producono coni detritici come quelli che invadono la piana di Devero in località Aisone. Localmente (Campello e Val Buscagna) i corridoi di valanga fungono da solchi di scorrimento del detrito per fenomeni di ruscellamento concentrato, svolgendo un ruolo attivo anche nei periodi estivi, spesso in concomitanza con forti piogge. Alcuni corridoi di valanga, come quello di Aisone e quello spettacolare che dalle pendici del Monte Cazzola scende verso Goglio, incidono i loro stessi coni, scolpendo caratteristici valloncelli a fondo concavo.

È importante ricordare che alle quote più elevate tutti i coni detritici alla base delle pareti si trasformano, nella stagione invernale, in zona di invasione delle valanghe.

Anche tutti i ripidi canali che solcano le ripide pareti diventano collettori naturali per le valanghe, alcuni ricorrenti anche più volte in un anno, altri solo in casi estremi.

- **Forme e depositi dovuti alla gravità**

Nell'evoluzione e nel modellamento dei versanti riveste un ruolo importante anche la gravità, che raramente agisce da sola, ma più spesso in connubio con i vari agenti del modellamento. Risulta infatti spesso assai difficile distinguere le forme del paesaggio legate esclusivamente alla gravità, poichè quasi sempre vi sono stati dei processi preparatori che hanno facilitato l'evento.

Coni e falde detritiche: l'espressione più diretta dell'azione della gravità sono i coni detritici più o meno coalescenti e le ampie falde detritiche che lasciano i piedi dei versanti, soprattutto quelli più ripidi. Diffuse sono le falde detritiche inattive (segnate sulla carta morfologica con il puntinato verde), ormai completamente ricoperte dalla vegetazione, che si sono prodotte in un periodo climatico caratterizzato da una più intensa azione dei cicli di gelo e disgelo rispetto all'epoca attuale. La successione dei coni detritici che si osservano in Val Buscagna, in Val Deserta e lungo il versante settentrionale del Pizzo Diei risulta tanto più fitta quanto maggiore è la fratturazione trasversale alla cresta, che oltre a favorire la disgregazione meccanica della roccia, individua altrettanti canaloni, lungo i quali vengono convogliati con modalità diverse i gelifratti. A volte tale materiale si sovrappone e si interdigita con i detriti morenici.

Frane di crollo: in seguito al ritiro dei ghiacciai dalla valle i versanti hanno subito una notevole decompressione che ha innescato diffusi fenomeni di crollo, anche di grandi proporzioni. Grandi crolli sono facilitati dalla presenza di faglie e fratture subverticali (ad andamento prevalente NE-SW e NW-SE) che isolano singole porzioni di roccia.

Questi lineamenti sono contraddistinti da incisioni particolarmente profonde delle vallecole, da contropendenze e intagli nelle zone di cresta.

Fenomeni di crollo di minori dimensioni, sono avvenuti anche in epoca più recente. Nell'estate 1990 e 1991 hanno interessato il versante italiano e svizzero della Punta d'Arbola, approssimativamente dalla zona di quota 3164; circa 10 anni fa il distacco di grandi blocchi dalla parete sovrastante ha quasi provocato la distruzione delle baite dell'Alpe della Valle; nel 1910 si verificò il crollo di una delle Guglie del Cornera e il detrito scese fino in Val Buscagna. Diversi franamenti si segnalano lungo il T. Bondolero, di fronte alla cascata di Rio Freddo.

Frane di scivolamento: la presenza all'interno dei calcescisti di livelli di gessi e carniole, caratterizzati da un comportamento di tipo plastico, intercalati tra rocce più compatte, rende possibile il collasso delle masse rocciose sovrastanti e lo scivolamento lungo questi orizzonti che fungono da lubrificante. A questo tipo di frane appartengono gli accumuli di Goglio (versante destro, zona Chiovende) e quelli lungo il versante occidentale del Monte Corbernas, Punta della Valle e Corona Troggi. Quest'ultimo in particolare è responsabile dell'accumulo

detritico che dalla zona dell'Alpe Fontane si spinge fino alle baite di Cologno dentro.

- **Forme e depositi dovuti allo scorrimento delle acque superficiali e fluvio-glaciali**

Solchi di ruscellamento concentrato: l'area di affioramento dei calcescisti (zona dei Forni e Sangiatto) è interessata da processi erosivi causati da acque meteoriche e successivamente incanalate che hanno provocato la formazione di abbondanti vallecole a fondo tondo e solchi di ruscellamento concentrato. L'attività di queste forme è limitata ai periodi di precipitazione più intense e continue. Numerosissime altre incisioni estremamente ripide solcano ovunque i fianchi delle montagne, convogliando in fondovalle con regimi saltuari le acque di fusione delle nevi e quelle dei temporali estivi; alcuni di questi solchi di ruscellamento concentrato diventano corridoi di valanga durante i mesi primaverili.

Depositi alluvionali: sono presenti in alcune limitate zone di slargo vallivo, come lungo il Torrente Devero nella conca di Crampio, in quella di Devero, o in zone deboli pendenza che ha facilitato la deposizione dei materiali alluvionali. Nella conca di Baceno affiorano abbondanti materiali ghiaiosi interpretabili come depositi morenici di probabile rielaborazione fluvio-glaciale, in parte terrazzati.

Data l'esiguità di spessore o la coincidenza ancora con zone di attuale deposizione da parte dei corsi d'acqua, i depositi alluvionali presenti nel territorio comunale di Baceno non sono sede di circolazione idrica sotterranea interessante ai fini di un possibile sfruttamento.

Conche palustri: dove la pendenza delle valli si fa più lieve a causa del contributo morfologico dato dal ghiacciaio (soprattutto lungo i ripiani del Forno e del Sangiatto), vi sono alcuni piccoli depositi palustri e lacustri risultato del riempimento di piccole conche di sovraescavazione. La stessa piana di Devero si è formata in seguito al graduale interrimento di un bacino lacustre poco profondo, simile al Lago di Piamboglio, che in origine, subito dopo il ritiro dei ghiacci, occupava la conca. I torrenti immissari hanno in passato formato conche alluvionali ormai inattive e completamente e stabilmente colonizzate dalla vegetazione.

Anche la grande distesa erbosa pianeggiante che si incontra poco prima dell'Alpe Buscagna è il risultato del graduale interrimento di un bacino lacustre proglaciale delimitato da cordoni morenici. Anche il torrente risente di questo tratto pianeggiante scorrendo molto lentamente e disegnando ampi meandri che cambiano forma e posizione col passare del tempo: paleoalvei abbandonati e completamente inerbiti sono ancora ben riconoscibili.

Conoidi di deiezione: si tratta dei conoidi detritici che si aprono a ventaglio allo sbocco di alcuni riali nel fondovalle. Nell'area del territorio comunale queste forme di accumulo legate all'attività torrentizia sono poco rappresentate. Esistono solo forme antiche ormai stabilizzate

nella zona di Goglio, formato dal T. Bondolero, e in frazione Beola, formati dai due piccoli rii che scendono dalla Pizzetta.

- **Dissesti legati a movimenti di versante**

Piccoli crolli e caduta singoli massi

Tutte le zone, soprattutto di alta quota, caratterizzate da ripide pareti rocciose, canali, zone glacializzate e più in generale le zone ad elevata acclività, possono generare fenomeni di distacco e di collasso istantaneo di singoli blocchi o lame di roccia. L'intensa fratturazione della compagine rocciosa, legata a motivi strutturali e a fenomeni di gelo e disgelo è alla base di tali fenomeni, ricorrenti soprattutto nelle zone a maggiore altitudine e che rientrano nella normale evoluzione di un rilievo montuoso: situazioni critiche a questo riguardo sono diffuse praticamente lungo tutti i versanti rocciosi più ripidi. I versanti più instabili sono fasciati al piede da ampie falde detritiche (Val Bondolero). Semplificando è possibile affermare che tutte le ripide pareti rocciose presentano, con grado più o meno elevato, il pericolo di caduta massi.

È tuttavia un compito molto difficile valutare se e quando avverranno fenomeni simili, anche se generalmente si concentrano in occasione di piogge intense e nei periodi dove i cicli di gelo e disgelo sono più frequenti. Chiaramente di questo fatto dovrà essere tenuto conto nella scelta dell'ubicazione di eventuali bivacchi o rifugi alpini.

Durante la fase di rilevamento sul terreno sono state evidenziate alcune zone in cui la compagine rocciosa si presenta particolarmente fratturata: tali zone sono quindi più soggette a distacchi di frammenti rocciosi e piccoli franamenti.

5. SINTESI DEL DISSESTO GEOMORFOLOGICO ED INTERFERENZA CON LE AREE SCIABILI

Dall'analisi precedentemente descritta si è ricavata la tavola "***Quadro del dissesto geomorfologico con sovrapposizione delle aree sciabili***" a scala 1:5.000.

Si può osservare che **le piste non interferiscono con zone di dissesto areale o lineare.**

Per quanto riguarda le **zone soggette a valanga**, le informazioni di massima sono derivanti da indizi morfologici, analisi di dati pregressi, e testimonianze di persone del luogo.

La delimitazione delle aree di valanga è stata ottenuta cartografando la massima espansione di episodi occorsi in passato.

Nell'area di studio sono state individuate le seguenti valanghe:

- **Valanga n. 53**

Si tratta di una valanga classificata **Vm1 Aree soggette a valanghe ricorrenti (Tr < 30 anni) con effetti residuali**, con interventi di sistemazione assenti.

La valanga presenta tre estensioni della valanga precedente così classificate: **Vm1 Aree soggette a valanghe rare (Tr >30 anni) moderatamente distruttive**; tra di esse una lingua è in connessione con la zona di valle (Goglio).

Interessa il settore posto a Nord dello skilift Cazzola 3

- **Valanga n. 18**

Si tratta di una valanga classificata **Vm1 Aree soggette a valanghe rare (Tr >30 anni) moderatamente distruttive**, con interventi di sistemazione assenti. Si tratta di una valanga posta in prossimità di una parete rocciosa che si forma raramente.

Non interessa le piste ma la zona di *free ride e sci alpinismo*.

- **Valanga n. 15-16-17**

Si tratta di un gruppo di valanghe che interessano la zona di Alsone-Basto-Le Giavine classificate **Ve1 Aree soggette a valanghe ricorrenti (Tr < 30 anni) altamente o moderatamente distruttive**, con interventi di sistemazione assenti. Alcuni prolungamenti sono classificati **valanghe rare (Tr >30 anni) altamente distruttive**.

Si può osservare che il tracciato della pista da fondo risulta essere posto al di fuori della loro area di influenza.

Attività preventiva e di controllo

Il gestore delle piste dovrà mettere in atto tutte le precauzioni per poter permettere lo svolgimento in sicurezza dell'attività sportiva relativamente alle estensioni della Valanga n. 53, peraltro classificate come rare e nel caso delle zone dove viene effettuata attività di sci alpinismo fuoripista e di sci nordico (attività non gestite) dovranno essere previsti cartelli nei punti di accesso con richiamo alla responsabilità individuale come previsto dall'art. 30 della L.R. 2/2009.