

**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA**

Sede Amministrativa: Università degli studi di Padova

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Scuola di Dottorato di Ricerca in Territorio, Ambiente, Risorse e Salute

Ciclo XXVI

**STRUMENTI DI VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA DELLE  
INFRASTRUTTURE VIARIE PER L'ACCESSIBILITÀ  
IN AREA MONTANA**

Direttore della Scuola: Ch.mo Prof. Mario Aristide Lenzi

Supervisore: Ch.mo Prof. Raffaele Cavalli

Dottoranda: Marta Ciesa



## **RINGRAZIAMENTI**

Intendo ringraziare tutti coloro che con la loro disponibilità hanno permesso che questo studio potesse realizzarsi.

In particolare vorrei ringraziare il personale del Soccorso Alpino delle Stazioni di: Recoaro-Valdagno, Asiago, Schio e Arsiero per la collaborazione prestata nelle prove in campo e nel fornire i rapporti informativi sugli interventi svolti.

Ringrazio anche il Dott. Cocco nella funzione di Delegato di Zona per aver permesso questa collaborazione.

Un grazie anche ai soccorritori della Stazione Alpago (BL) per il tempo dedicatomi e a Luca ed Andrea per aver gentilmente messo a disposizione il loro tempo e i loro veicoli nei rilievi svolti con i quad.

Ringrazio anche il personale del Corpo Forestale dello Stato per l'aiuto durante i test svolti nell'Altopiano dei Sette Comuni, in particolare l' Ass. C. Gios Vittorio, l'Isp. Paganin, il Sovr. De Guio e la Comm. Capo dott.ssa Marina Bizzotto.



## Sommario

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>RIASSUNTO</b> .....	<b>6</b>
<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>8</b>
<b>2. MATERIALI E METODI</b> .....	<b>16</b>
2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA MONTANA OGGETTO DI STUDIO.....	16
2.2. CREAZIONE DELLA BANCA DATI DELLA VIABILITA` SECONDARIA.....	23
2.3. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA DEL CNSAS.....	28
2.4. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI CONCERNENTI GLI INTERVENTI DI SOCCORSO NELL'AREA CONSIDERATA .....	29
2.5. VALUTAZIONE DELLA MOBILITÀ DI SOCCORSO CON I PRINCIPALI MEZZI MECCANICI .....	32
2.6. VALUTAZIONE DELLA MOBILITÀ DI INTERVENTO A PIEDI .....	41
2.7. ANALISI STATISTICA DEI DATI DI VELOCITÀ .....	46
2.8. SVILUPPO DI UN MODELLO GIS PER LA VALUTAZIONE DEI TEMPI DI INTERVENTO .....	47
<b>3. RISULTATI E DISCUSSIONE</b> .....	<b>52</b>
3.1. RETE SECONDARIA.....	52
3.2. INTERVENTI DI SOCCORSO .....	55
3.3. MOBILITÀ DEI VEICOLI NEGLI INTERVENTI DI SOCCORSO .....	68
3.4. PROGRESSIONE A PIEDI .....	78
3.5. VALUTAZIONE DEI TEMPI DI INTERVENTO MEDIANTE MODELLO GIS.....	88
<b>4. CONCLUSIONI</b> .....	<b>100</b>
<b>5. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>104</b>
<b>6. ALLEGATI</b> .....	<b>114</b>

## **ABSTRACT**

This research aims to define a GIS tool for the accessibility evaluation of mountainous areas through the assessment of secondary transportation network, forest roads together with mountain trails. Such a network of unpaved trails guarantees the passage through less urbanized and natural environments which touristic value is increasing in recent times. Mountains and hilly areas are increasing in popularity and as a consequence their road and trail network is becoming more important and much more used by tourists which are even more involved in lot of different activities. Due to these new interests the secondary network could also assume an important role in emergency intervention.

So that in recent times, the growing number of people involved in nature-based tourism and recreation activities has led to an increase in Search and Rescue (SAR) missions in mountainous areas. A retrospective review of search and rescue incident reports for the study area is presented over a period of twenty years. Once obtain a picture of the situation of mountain accidents the study considered the access time of rescue crews to intervene in relation to the secondary road network characteristics. The final goal of the study is the definition of a GIS model that underlines accumulative travel time for rescuers in ground interventions. So as the access time depends on how teams can move on the territory the study at first evaluates environmental characteristics that mainly affect the progression on the ground whether it is motorized or pedestrian. The GIS model evaluates step by step these situations relating them together. The creation of the final model requires the knowledge of the area and the methods of conducting rescue operations in order to identify the environmental characteristics that mostly affect the speed. So the study presents at first a description of the mountain territory under study with a focus on secondary transportation network, then a detailed analysis on vehicle and walking speeds of SAR ground crews is presented. Speed analyses are carried out to evaluate motorized and walking SAR intervention both along trails and on off-trail areas like forests and grasslands. Statistical models derived from speed analysis are then integrated into a GIS model. These models have been developed to generate maps of the total accumulative travel time as the sum of time travelled by the SAR crews with the support of vehicles and the travelling time of the same SAR crew on foot along trails and in off-trail situations. The outputs are used also to evaluate the use of small All Terrain Vehicles (ATV) as an alternative to 4WD cars.

As conclusion it can be stated that the secondary transportation network should be assessed today not only for its touristic value but also for the role it can play in emergency operations. These considerations acquire further importance considering the increased responsibility of mountain rescue teams whose interventions in recent decades has increasingly demanded.

## **RIASSUNTO**

Il presente lavoro di ricerca mira a definire uno strumento che possa valutare l'accessibilità di un territorio montano-collinare attraverso la valutazione della viabilità secondaria intendendo con questo termine l'insieme dei percorsi sentieristici e agro-silvo-pastorali di un territorio. Un insieme, quindi, di tracciati non asfaltati che garantisce il passaggio attraverso gli ambienti meno urbanizzati e naturali per i quali negli ultimi anni sta aumentando l'interesse turistico. Le zone

montane e collinari e gli ambienti rurali in senso lato stanno acquisendo una sempre maggiore importanza turistica e con essi la rete di strade e sentieri che li caratterizza. Questa rete è sempre più spesso praticata da numerosi fruitori, *bikers*, escursionisti, persone a cavallo, amanti della fotografia, arrampicatori, deltaplanisti e in virtù di queste nuove funzioni essa può assumere anche un importante ruolo nella gestione degli interventi di soccorso. L'aumentato interesse turistico di queste zone ha, infatti, comportato anche un incremento del numero di incidenti e un conseguente aumentato impegno delle squadre di soccorso il cui intervento negli ultimi decenni è sempre più richiesto. In quest'ottica quindi si ritiene opportuno considerare la rete di sentieri e strade silvo-pastorali anche in virtù del ruolo che può rivestire nell'agevolare le operazioni di emergenza e non solo in funzione dell'importanza turistica che riveste. Si è quindi creato uno strumento per la definizione del grado di accessibilità di un territorio in relazione alle caratteristiche della viabilità secondaria e alle modalità possibili per percorrerla. Lo scopo del lavoro mira a fornire indicazioni utili per definire l'accessibilità del territorio montano per le squadre di soccorso alpino in caso di interventi a terra valutando l'accessibilità attraverso la rete di percorsi esistenti e le diverse possibilità di intervento. L'obiettivo finale è la realizzazione di un modello GIS che possa fornire il quadro delle tempistiche di accesso a un territorio considerando che esse variano in funzione dell'ambiente in cui si opera e delle modalità di intervento possibili. Le squadre di soccorso a terra possono intervenire a piedi o mediante veicoli influenzando notevolmente i tempi di accesso a un'area. La progressione a piedi è sicuramente più lenta di quella motorizzata, ma non sempre quest'ultima risulta praticabile poiché è fortemente condizionata dalle caratteristiche del territorio. Laddove quindi vi è una rete viabile di servizio presente e ben gestita l'intervento può essere fatto tramite automezzi altrimenti l'unica possibilità di spostamento a terra resta la progressione a piedi. Con il modello GIS si è creato uno strumento in grado di considerare le variabili per definire il grado di accessibilità per finalità di soccorso di un territorio montano. Lo studio si è pertanto sviluppato seguendo tre linee principali. Inizialmente si sono valutate le caratteristiche principali del territorio montano-collinare in un'area della montagna veneta e della viabilità secondaria esistente con lo scopo di definire i fattori maggiormente influenti sulla velocità di progressione; in secondo luogo si sono esaminate le velocità raggiungibili in situazioni tipo ponendole in relazione ai fattori ambientali precedentemente valutati. A questo fine è stata testata la progressione a piedi e la progressione tramite veicoli, con particolare attenzione al quad poiché sono mezzi un grado di fornire buone prestazioni anche negli interventi di ricerca e soccorso. Dopo aver raccolto le informazioni di progressione delle squadre di soccorso si sono analizzate le relazioni con le principali caratteristiche ambientali definendo delle relazioni statistiche di velocità per ciascuna situazione esaminata. Queste equazioni sono state utilizzate nella parte finale del lavoro per la creazione del modello GIS con cui si è successivamente definita l'accessibilità all'area montana oggetto di studio. Ne risulta uno strumento utile nella gestione del territorio che evidenzia l'importanza di una rete di percorsi organizzata e gestita e l'utilizzo di veicoli ad elevata mobilità, come i quad, che possono garantire la riduzione dei tempi di accesso delle squadre di soccorso i cui interventi stanno aumentando di anno in anno.

## 1. INTRODUZIONE

La viabilità è caratterizzata dall'insieme delle infrastrutture che garantiscono il passaggio di mezzi e persone e il cui grado di sviluppo definisce il livello di accessibilità di un territorio ossia la facilità di essere raggiunto. L'ambiente montano ha sempre dovuto confrontarsi con questi aspetti e la rete viabile in queste zone ha sempre rappresentato un importante aspetto per la gestione di questi territori e per la loro stessa sopravvivenza. In passato numerosi erano gli insediamenti umani nelle vallate montane e le loro principali vie di comunicazione erano rappresentate da poche strade di collegamento ai fondovalle e da numerosi percorsi secondari che collegavano tra loro i nuclei abitativi e le zone a monte degli stessi dove al tempo la gente lavorava. Oggi la viabilità di questi territori è fortemente cambiata e mentre è sempre più difficile scorgere il tracciato dei vecchi percorsi, è ormai sempre più facile osservare il sinuoso progredire di lingue asfaltate che tra un tornante e l'altro spesso contornano la montagna di oggi. Anche in questi territori la rete di percorsi principali e secondari è quindi notevolmente aumentata come nei fondovalle e fortemente diversificata. Da un punto di vista giuridico e amministrativo la viabilità può essere distinta in due categorie: strade pubbliche e strade private, in merito alle strade pubbliche il comma 6 dell'articolo 2 del Nuovo Codice della Strada (D.Lgs. 285 del 30 aprile 1992) riporta la seguente suddivisione funzionale:

- A - autostrade
- B - strade extraurbane principali
- C - strade extraurbane secondarie
- D - strade urbane di scorrimento
- E - strade urbane di quartiere
- F - strade locali
- F-bis - itinerari ciclo pedonali

Le strade private che non rientrano nel pubblico interesse sono le strade poderali (ad uso interno dell'azienda agricola o silvo-pastorale), le strade interpoderali (di proprietà dei frontisti che possiedono e usufruiscono della strada) e le strade di proprietà dei Comuni che servono per la gestione dei beni territoriali comunali ed al pari di questi fanno parte del Patrimonio indisponibile dell'Ente; non sono aperte al transito pubblico e non sono di pubblica utilità.

Questa viabilità può essere considerata come l'insieme delle strade a collegamento di paesi di fondo valle o strade di valico, di mezza costa, vecchie mulattiere di guerra o tutta quella rete di percorsi silvo-pastorali per l'accesso ai fondi e alle proprietà terriere. Le strade private possono essere anche strade di pubblico interesse venendo in tal caso definite strade vicinali. Per le esigenze di carattere amministrativo le strade, come classificate ai sensi del comma 2, si distinguono in strade «statali», «regionali», «provinciali» e «comunali». Per le zone montane le strade comunali pubbliche e le strade private rappresentano gran parte della rete viabile esistente rivestendo quindi un importante significato. In termini generali questa viabilità può essere considerata come l'insieme delle strade a collegamento di paesi di fondo valle o strade di valico, di mezza costa, vecchie mulattiere di guerra o tutta quella rete di percorsi silvo-pastorali per l'accesso ai fondi e alle proprietà terriere. Da un punto di vista funzionale questi percorsi rientrano nella categoria F definita dal Codice della Strada che non ne evidenzia ulteriori caratterizzazioni

lasciando libero spazio alle Regioni per una definizione più precisa. Questo ha generato ovviamente una notevole diversità terminologica, tuttavia come riassunto anche nel XXVI Convegno Nazionale Stradale (AA.VV., 2010), vengono riconosciuti comuni a molte definizioni di letteratura e norme regionali, i parametri proposti da Hippoliti. Una più precisa classificazione tecnica della viabilità locale può quindi essere così esposta:

- a: strada camionabile principale (strada pubblica adatta alla circolazione di autotreni durante tutto l'anno o quasi)
- b: strada camionabile secondaria (strada pubblica adatta alla circolazione di autocarri durante tutto l'anno o quasi)
- c: strada trattorabile (strada più stretta della camionabile)
- d: pista camionabile (diramazioni a fondo naturale delle strade camionabili delle quali presentano le stesse caratteristiche geometriche)
- e: pista principale per trattori (percorso permanente a fondo naturale)
- f: tracciato per mezzi agricoli minori (semplice varco allestito senza movimento terra)
- g: mulattiera
- h: sentiero

In questo lavoro i percorsi secondari faranno riferimento alle categorie sopra definite escludendo le strade camionabili, pertanto si tratta di una serie di percorsi con funzionalità diverse, caratterizzati da fondo non asfaltato che permettono di collegare la viabilità principale alle zone rurali. Questa viabilità minore così notevolmente diversificata rispecchia il notevole interesse che in passato esisteva intorno a queste zone quando ancora vivevano comunità locali che a queste vie di spostamento e comunicazione avevano affidato la loro sussistenza e sopravvivenza in un territorio che altrimenti sarebbe stato isolato. Lo sviluppo economico che ha portato all'abbandono dei territori montani lascia oggi una rete di percorsi non più così fortemente utilizzata e quindi in parte cambiata, in parte ridotta e talvolta dimenticata. Tuttavia una parte di questa rete mantiene ancora la propria importanza, nel tempo ne sono sicuramente cambiate la forma, la funzionalità, ma riveste ancora un ruolo fondamentale per la gestione del territorio nonché di presidio.

La viabilità da questo punto di vista ha seguito il modificarsi dei bisogni della comunità rivestendo oggi anche numerose nuove funzioni non contemplate in passato. Le funzionalità della viabilità secondaria oggi possono essere suddivise in due grandi categorie:

- funzioni turistico-ricreative
- funzioni agro-silvo-pastorali

In quest'ultima classe la viabilità secondaria, meglio definita come viabilità silvo-pastorale, si struttura come una rete di strade e di tracciati minori finalizzata al supporto delle operazioni forestali e/o al servizio delle attività pastorali rappresentando spesso il proseguimento delle viabilità ordinaria presente nei fondovalle e negli altipiani, garantendo l'accesso e la penetrazione di ampi comprensori forestali e pastorali. Questo tipo di viabilità è un elemento essenziale per la gestione silvo-pastorale di un territorio che altrimenti andrebbe incontro all'abbandono (Berni, 1979; Bertolotti, 2009). La viabilità montana assume quindi la funzione di infrastruttura essenziale

per esercitare in modo economico e razionale la gestione forestale pascoliva ed è ormai ampiamente riconosciuto (Kuonen, 1983; Hippoliti, 1998; Cielo et al., 2003; Cielo e Gottero, 2004) che nei soprassuoli forestali nei quali la viabilità manifesta notevoli carenze o, al peggio, è del tutto assente, mancano i presupposti per poter eseguire gli interventi selvicolturali necessari per la conservazione e la valorizzazione delle risorse forestali. Anche Baldini et al. (2009) sottolineano come il fattore maggiormente limitante nelle utilizzazioni forestali in Italia sia proprio la carenza di infrastrutture che possano permettere una buona accessibilità ai boschi. Lo studio condotto sulla situazione attuale della viabilità silvo-pastorale della Regione Veneto (Cavalli et al., 2013) denota come in ambiente montano la viabilità si presenti più o meno estesa, caratterizzandosi anche per standard costruttivi elevati, in particolare laddove esistono realtà silvo-pastorali dinamiche. Al contrario nelle situazioni montane marginali che manifestano un limitato interesse alla gestione attiva del territorio, la viabilità silvo-pastorale appare limitata in termini di estensione e scarsamente gestita. Nel territorio montano e pedemontano, in cui la superficie forestale si alterna ad aree urbanizzate e superfici agricole, questa rete di strade si collega e si alterna continuamente alla viabilità rurale di servizio e alla viabilità ordinaria di collegamento, costituendo una rete estesa e capillare di strade e tracciati minori. Questa rete si caratterizza per una ampia variabilità di standard costruttivi e di condizioni di manutenzione riconducibili anche alle peculiarità del territorio veneto caratterizzato da proprietà molto frammentate e da una gestione silvo-pastorale spesso che laddove esistente è di tipo familiare e puntiforme e che altrimenti versa in uno stato di completo abbandono.

Da questo breve quadro della situazione montana e pedemontana veneta si deduce come le principali considerazioni sulla viabilità silvo-pastorale siano fatte considerando come funzione principale della stessa l'accesso alle proprietà silvo-pastorali per una loro corretta e comoda utilizzazione, infatti, in passato la principale e unica funzione di questo tipo di viabilità era quella di garantire un adeguato accesso alle aree forestali per poter effettuare una selvicoltura più attenta e ridurre i costi di utilizzazione del bosco. Negli ultimi anni però sta acquistando sempre maggiore importanza il concetto di funzioni multiple dei boschi (Brändli e Ulmer, 2001; Engelmark, 1998) e in quest'ottica la funzione puramente produttiva va ridimensionandosi. La funzione di raccolta e trasporto del legname secondo dati FAO (Baldini et al. 2009) rappresenta ormai solo il 22% dei servizi svolti dalla viabilità forestale. Il restante 78% serve per la gestione dei boschi, al fine di valorizzarne le molteplici funzioni. Il bosco oggi è visto, infatti, come un bene collettivo di cui l'intera comunità possa godere essendo in grado di fornire sia prodotti al proprietario sia servizi alla collettività. Ecco quindi che in questo contesto le strade silvo-pastorali acquisiscono nuovi significati e nuove funzioni in un'ottica di valorizzazione multifunzionale del bene "bosco". La rete di strade forestali diviene importante per garantire l'accesso ai mezzi antincendio e di protezione civile (Calvani et al., 1999; Cavalli e Guderzo, 2001) e in un contesto ambientale gestito e valorizzato, l'interesse ricreativo e turistico aumenta (Cielo et al., 2003). Numerosi sono gli studi che attestano come le attività ricreative in ambiente naturale siano in continuo aumento (Climburg et al., 2000; Gokhelashvili e Azniashvili, 2006; Tempesta et al., 2004). L'Outdoor Industry Association (The Outdoor foundation, 2009) sottolinea come negli Stati Uniti gli sport che rivestono maggiore interesse siano: windsurf, vela, snorkeling e surf mentre in ambiente montano è aumentato l'interesse per le escursioni di più giorni, la pratica della mountain bike,

l'arrampicata, la corsa di montagna, lo sci, le passeggiate sulla neve e l'osservazione della fauna selvatica.

Sembra che una delle cause che hanno favorito questa dinamica sia il cambiamento dello stile di vita ormai sempre più frenetico e che ha portato la popolazione media ad isolarsi sempre più nei centri urbani. In questo contesto secondo Bell et al. (2007) nasce ed aumenta la necessità di esperienze ricreative all'aperto, complice anche l'aumento dei problemi di salute conseguenti al nuovo stile di vita assunto (soprattutto stress ed obesità). Anche la diffusione dei fenomeni di inquinamento e l'accentuarsi del degrado sociale nelle aree della pianura secondo Pilati (1991) stanno spingendo le popolazioni urbane a destinare una parte cospicua del proprio tempo libero alla ricerca di momenti di ricreazione in luoghi relativamente incontaminati.

Questa nuova sensibilità sociale nei confronti della qualità dell'ambiente favorisce lo sviluppo di nuove forme di turismo cosiddetto "ecologico" che consentono al turista di aumentare le conoscenze dell'ambiente, creare momenti di ricreazione, apprezzare le risorse paesaggistiche e culturali presenti sul territorio (Pilati, 1991).

Recentemente quindi si è diffuso l'uso del nuovo termine "ecoturismo" per indicare questo stretto rapporto tra turismo e ambiente. Il termine ecoturismo è in realtà stato coniato nel 1983 in America e poi fatto proprio dalla World Conservation Union (IUCN) che ne riporta la seguente definizione: *"Ecotourism is environmentally responsible travel and visitation to relatively undisturbed natural areas, in order to enjoy and appreciate nature (and any accompanying cultural features - both past and present) that promotes conservation, has low negative visitor impact, and provides for beneficially active socio-economic involvement of local populations"* (Ceballos-Lascurain, 1996). Il concetto di ecoturismo assume però maggiore interesse nella conoscenza collettiva solo negli ultimi anni quando la frequentazione della montagna ha cominciato ad essere una frequentazione di massa e non più elitaria e l'ambiente naturale in generale ha cominciato ad essere meta di una frequentazione turistica di massa (Tempesta et al., 2002). Secondo uno studio condotto dal Cipra (2000) 60 milioni di turisti alla fine degli anni '90 raggiungevano ogni anno le Alpi per soggiornare e almeno altrettante persone le visitavano in giornata creando un fatturato turistico di circa 23.000 milioni di euro, rappresentando circa il 5% del fatturato turistico mondiale. In questo contesto quindi le aree naturali acquistano importanza e di conseguenza anche la viabilità di accesso alle stesse. Hruza e Vyskot (2010) esprimono per esempio la necessità di valutare le strade forestali in base al valore socio-ricreativo dei boschi circostanti sottolineando l'importanza delle aree forestali anche a fini turistici. Sempre più aperto è anche il dibattito sul valore estetico delle strade silvo-pastorali nell'ottica di renderle meno impattanti a livello paesaggistico prendendo anche in considerazione il fatto che possano essere fornite di adeguati servizi per i turisti (Akay et al., 2007). Questo nuovo ruolo che riveste la viabilità agro-silvo-pastorale porta le amministrazioni locali a dare sempre più attenzione alla gestione e alla valorizzazione della viabilità secondaria che talvolta viene definita con il nome di "greenway", termine anch'esso coniato nella metà del secolo scorso negli Stati Uniti per indicare una serie di percorsi dedicati ad una circolazione priva di mezzi motorizzati in grado di connettere la popolazione con le risorse naturali, agricole, paesaggistiche, storico-culturali del territorio. L'interesse verso queste nuove forme di turismo è tale che la dichiarazione di Lille (2000) ne precisa le caratteristiche per poter costruire e organizzarle una rete omogenea a livello europeo.

La viabilità lenta, o dolce, così come definita in Italia, deve quindi garantire caratteristiche di larghezza, pendenza e pavimentazione tali da assicurare un utilizzo promiscuo in condizioni di sicurezza da parte di tutte le tipologie di utenti in qualunque condizione fisica. All'interno di queste forme di viabilità ci sono soprattutto iniziative di miglioramento e recupero della rete urbana attraverso piste ciclabili, corridoi pedonali, inverdimento e miglioramento paesaggistico delle aree pedonali rappresentando in molti casi un'opportunità di riqualificazione territoriale grazie al recupero di strutture in disuso o poco valorizzate come è il caso dei vecchi tracciati ferroviari, di percorsi rurali abbandonati, antichi collegamenti storici etc. (La Rocca, 2008).

La maggiore sensibilità ambientale e la maggiore consapevolezza dell'impatto delle nostre comuni azioni sull'ambiente, sta sempre più sviluppando l'interesse per la promozione e la gestione di questi percorsi alternativi che non interessano solo le città o le zone di pianura ma anche gli ambienti collinari montani e alpini dove a questa rete "dolce" si aggiunge la già presente rete di percorsi più prettamente escursionistica che negli anni è andata incrementandosi. La funzione turistica odierna della viabilità secondaria negli ambienti montani e rurali si può quindi definire in crescente sviluppo. Ad ulteriore dimostrazione di questo fatto vi è il dinamico e vivace interesse esistente sugli impatti delle varie categorie di fruitori sui sentieri stessi. Molti ricercatori sono concentrati sull'applicazione di metodologie per lo studio dell'impatto che gli escursionisti creano al loro passaggio valutando i sentieri come degli ecosistemi (Hawes et al., 2013; Marion et al., 2006; Nepal, 2003; Pickering and Growcock, 2009; Whinam and Chilcott, 2003). Tra gli impatti più comuni ci sono sicuramente quelli relativi alla vegetazione che inevitabilmente nelle zone soggette al calpestio cambia semplificandosi. A carico del suolo vi è principalmente compattazione ed erosione.

La maggiore diffusione della rete sentieristica porta alla frammentazione degli habitat soprattutto per la comunità faunistica che è ulteriormente disturbata dalla continua presenza dell'uomo. Questi, riassumendo, possono essere considerati tra i maggiori impatti dovuti alla forte diffusione del turismo nelle aree montane. Un'altra conseguenza di attuale importanza è la forte diversificazione delle attività turistiche praticate che non si limitano più solo all'escursionismo o all'alpinismo, ma sta crescendo l'interesse verso numerosi altri sport. Questo fa sì che la rete di percorsi ricreativi non possa più essere gestita in considerazione di una sola tipologia di fruitori, le numerose categorie (ciclisti, mezzi fuori strada, ippoturismo) che ormai transitano su questi percorsi devono essere prese in considerazione poiché comportano impatti ecologici di diverso genere (Marion and Leung, 2001; Pickering et al., 2010; Torn et al., 2009;) ma soprattutto implicano lo sviluppo di conflitti di interesse che gli enti gestori devono imparare ad affrontare. In particolare una delle attività che si è fortemente e maggiormente diffusa è l'uso della mountain-bike (MTB) che ha portato a generare forti conflitti in particolare con gli escursionisti. In questi termini gli Stati Uniti e l'Australia si sono da sempre dimostrati particolarmente sensibili a riguardo, e la pratica della MTB rappresenta nei loro territori una delle maggiori attività outdoor praticate (White et al., 2006). In Italia l'escursionismo in bicicletta sta animando notevoli dibattiti principalmente dovuti al relativo divieto di transito nei sentieri alpini di molte Regioni, precludendo di fatto l'utilizzo dello stesso territorio che è invece concesso ad altre categorie di fruitori quali gli escursionisti a piedi. La L.R. 4 novembre 2002, n. 33 del Veneto definisce i sentieri alpini come percorsi pedonali che consentono un agevole e sicuro movimento di alpinisti e di

escursionisti in zone di montagna al di fuori dei centri abitati, per l'accesso a rifugi alpini, rifugi escursionistici, bivacchi fissi di alta quota o luoghi di particolare interesse alpinistico, turistico, storico, naturalistico e ambientale. In Veneto le organizzazioni di ciclisti amanti della montagna hanno chiesto la modificazione della legge regionale che disciplina la viabilità silvo-pastorale (L.R. 31 marzo 1992, n. 14) avvalendosi degli esempi europei ed internazionali e dei numerosi studi scientifici che attestano come un'attenta conduzione delle MTB rispettosa dell'ambiente e che segua le regole del buon comportamento (NORBA, IMBA) non risulta essere più dannosa, in termini di impatto ambientale, di un escursionista a piedi (Cessford,1995; Chioiu and Kriwoken, 2003).

Un altro fatto che conferma l'aumentato interesse verso le zone montane e gli ambienti rurali è purtroppo l'incremento degli interventi di soccorso osservato negli ultimi anni. Anche se gli studi in questo settore non sono numerosi è assolutamente chiaro come il trend sia in aumento. Osservando, infatti, i risultati delle ricerche condotte sulle attività di soccorso in ambiente montano, si può affermare che si tratta di un fenomeno a scala globale. Uno studio retrospettivo sulla situazione degli interventi nei parchi nazionali statunitensi (Heggie and Heggie, 2009), dimostra nei quattro anni considerati (2003-2006), un numero di interventi di soccorso dell'ordine delle decine di migliaia. Nello Yosemite National Park (Hung and Townes, 2007) sono stati esaminati i report degli incidenti avvenuti in 10 anni (1990-1999) evidenziando una media di circa 200 interventi all'anno, in cui l'escursionismo rappresenta l'attività maggiormente implicata. La situazione in Europa non è molto più rosea. Dal 2002 al 2006 ben 6814 interventi sono stati compiuti nel solo Regno Unito (Mort and Godden, 2010) interessando quasi 8000 persone, anche in questo caso l'escursionismo era l'attività più coinvolta (75% dei casi). In Europa la zona montuosa maggiormente attrattiva è rappresentata dalla catena alpina, dove la situazione degli interventi di soccorso non sembra molto diversa dal resto dei Paesi Lischke et al. (2001).

In quest'ottica la viabilità secondaria riveste l'importante ruolo di favorire l'intervento delle squadre di soccorso, soprattutto in considerazione del fatto che la maggior parte degli interventi compiuti nel territorio montano italiano avviene con la mobilitazione di squadre a terra e l'elisoccorso sembra non essere la modalità di intervento dominante nemmeno in altri Paesi (Heggie and Heggie, 2009; (Hung and Townes, 2007). Da questa dinamica si discosta tuttavia la Svizzera dove gli interventi di soccorso in montagna sono principalmente compiuti per via aerea con un'organizzazione articolata in tre diverse compagnie aeree e diciotto basi dislocate su tutto il territorio nazionale in modo tale che ogni zona possa essere raggiunta entro 15 minuti. La Svizzera, infatti, compie il 95% degli interventi in elicottero e solo nel 5% dei casi ricorre alle squadre a piedi (Durrer, 1993).

Il soccorso aereo rappresenta un grande passo avanti nella gestione degli interventi permettendo di raggiungere più velocemente la zona dell'evento assicurando pertanto un servizio medico alle persone ferite in tempi più utili. L'elisoccorso è inoltre un valido strumento anche nelle attività di ricerca delle persone scomparse il cui utilizzo è in rapido e costante aumento (Bledsoe et al., 2004) e che si auspica possa continuare a migliorare in futuro. Tuttavia l'utilizzo dell'elicottero nelle operazioni di soccorso non è sempre facile né privo di rischi, richiede personale particolarmente addestrato sia nel caso del pilota sia nel caso del personale medico presente a bordo. Le condizioni meteo devono garantire una buona visibilità e l'intervento notturno è spesso problematico. Inoltre

i costi connessi a questo tipo di interventi sono particolarmente elevati. L'accesso a terra quindi non solo sembra essere ancora attualmente predominante in molti paesi ma addirittura laddove non si può intervenire per via aerea diviene l'unica modalità possibile di intervento. Con il presente lavoro si valuterà quindi l'importanza della rete viabile secondaria nel garantire l'accessibilità alle squadre di soccorso. Quanto accessibile è il nostro territorio montano per i soccorritori in caso di interventi a terra? Lo scopo di questo lavoro mira a rispondere a questa domanda valutando l'accessibilità attraverso la rete di percorsi esistenti e le modalità con cui le squadre possono intervenire. L'obiettivo finale è la realizzazione di un modello GIS che possa dare una lettura del territorio attraverso i tempi necessari per raggiungerlo. Poiché le tempistiche di accesso dipendono da come le squadre possono muoversi sul territorio si valuteranno dapprima le caratteristiche ambientali che principalmente influenzano la progressione a terra sia essa motorizzata o pedonale. La valutazione dell'accessibilità tramite il modello GIS esaminerà passo dopo passo queste situazioni relazionandole tra loro per creare uno strumento in grado di considerare queste variabili e definire il grado di accessibilità per finalità di soccorso di un territorio montano.

La realizzazione del modello finale prevede la conoscenza del territorio e delle modalità di svolgimento degli interventi di soccorso per poter identificare le caratteristiche ambientali maggiormente influenti sulla velocità di accesso al territorio.

Inizialmente quindi si presenterà una descrizione del territorio montano oggetto di studio con particolare attenzione alla viabilità secondaria esistente per poi passare a esaminare le velocità medie di intervento delle squadre del soccorso in relazione alla possibilità di progredire a piedi o con l'uso di veicoli. In questo contesto si prenderà in considerazione anche l'uso di veicoli alternativi a quelli attualmente più utilizzati presso le stazioni di soccorso. In particolare si valuterà il possibile utilizzo di quad per favorire lo spostamento lungo la viabilità secondaria. Infine l'analisi di questi fattori permetterà la definizione del modello GIS per la stima dell'accessibilità del territorio.

L'analisi di questi aspetti ha interessato l'area montana della provincia di Vicenza con un ulteriore dettaglio nella zona occidentale della stessa.

Particolare attenzione è stata data alle modalità di progressione poiché l'intervento deve garantire la maggiore rapidità possibile salvaguardando ovviamente la sicurezza delle persone coinvolte. In merito a questo aspetto si è quindi considerato interessante valutare anche la possibilità di utilizzo di veicoli quad che dovrebbero dimostrarsi maggiormente versatili nel garantire tempestività dei soccorsi rispetto alle auto 4x4 generalmente in uso. Oggigiorno, infatti, la viabilità secondaria dovrebbe essere valutata anche in funzione di questi aspetti, non considerandola solo in virtù dell'importanza turistica che riveste ma anche del ruolo che può svolgere nell'agevolare le operazioni di emergenza. Queste valutazioni assumono ulteriore importanza se si considera l'aumentato impegno del soccorso alpino il cui intervento negli ultimi decenni è sempre più richiesto.

Quanto è accessibile quindi il nostro territorio in quest'ottica? La rete di percorsi esistenti come garantisce questi spostamenti?

Con queste domande che hanno fatto da filo conduttore a questa ricerca si è sviluppato il lavoro della presente tesi di dottorato.

Un'ulteriore analisi di supporto a questo studio ha portato alla valutazione degli interventi del soccorso alpino nell'area montana vicentina considerando un range temporale di vent'anni.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA MONTANA OGGETTO DI STUDIO

L'area di interesse del presente studio è localizzata in Veneto in provincia di Vicenza e corrisponde all'area montana presente a N-NO della provincia ed include i massicci montuosi delle "Piccole Dolomiti-Pasubio", l'Altopiano dei Sette Comuni e le aree montuoso-collinari che da queste principali dorsali montane si articolano (M. Novegno, M. Summano, altopiani minori e colline limitrofe). L'area include pertanto alcuni dei principali rilievi delle Prealpi Venete. Si tratta, infatti, di zone montane molto frequentate poiché essendo prossime ai centri urbani della pianura rappresentano un punto di riferimento per i residenti del centro Veneto e per la loro orografia meno accidentata rispetto alle vicine Dolomiti ben si prestano ad attività ricreative (Tempesta e Thiene, 2002). Si tratta quindi di una zona turisticamente interessante come dimostrato anche da uno studio sulla domanda ricreativa della popolazione veneta (Tempesta e Thiene, 2002) che evidenzia come le aree montuose della Regione maggiormente frequentate appartengano alla fascia delle Prealpi ed in particolar modo all' "Altopiano dei Sette Comuni" seguito dal gruppo: "Piccole Dolomiti-Pasubio".

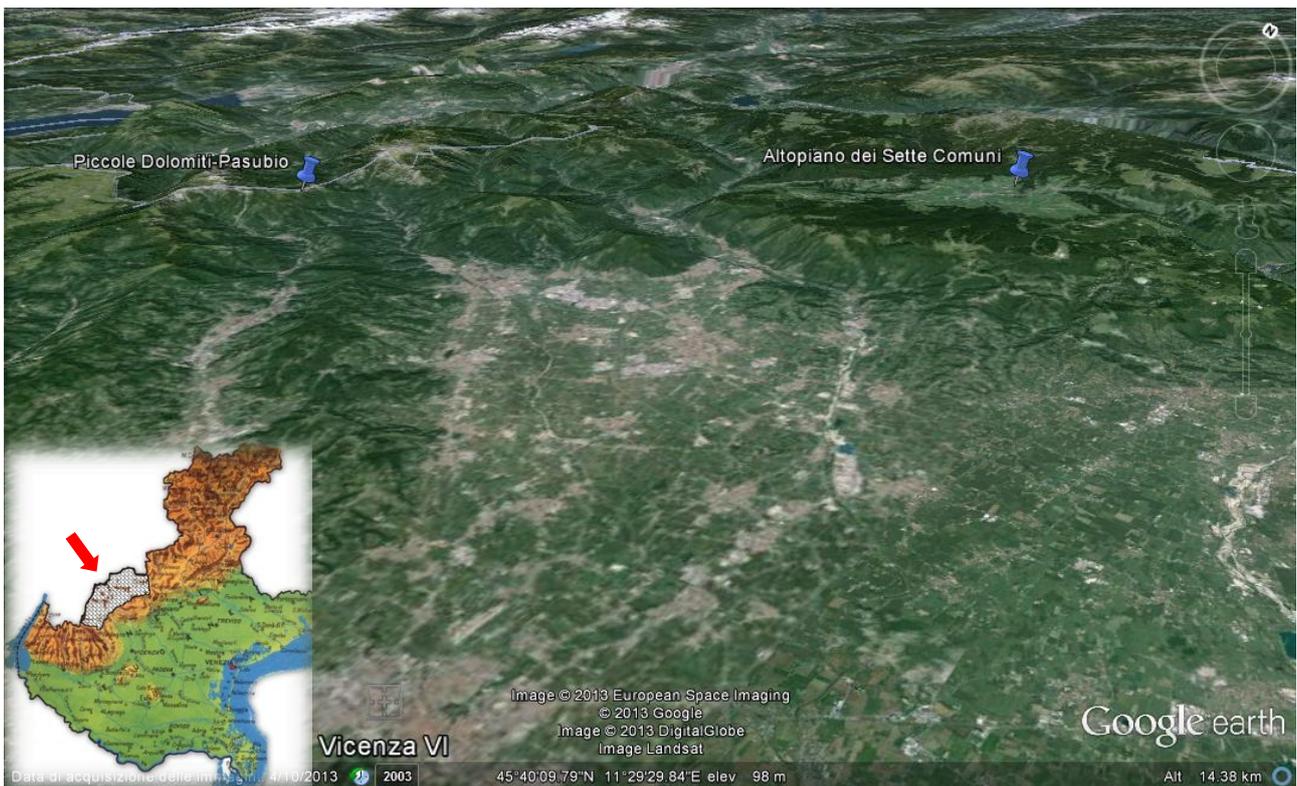


Figura 1: foto satellitare della zona di interesse

L'area costituisce una zona molto vasta e pertanto altrettanto articolata, che in termini morfologici ha caratteristiche molto diverse passando dalle forme aspre e rocciose delle Piccole Dolomiti alle zone più massicce e aperte dell'Altopiano dei Sette Comuni.

Pertanto per capire l'interesse turistico della zona si presenta una breve descrizione dell'area.

Le Piccole Dolomiti sono situate al confine fra le province di Vicenza, Trento e Verona e rappresentano un arco di montagne che si sviluppa nel senso della lunghezza da sudest a nordovest per circa una trentina di chilometri e che culmina con Cima Carega (2259 m). Il carattere

di questo gruppo montuoso è prettamente dolomitico, caratterizzato dalla presenza di guglie, pareti scoscese e gole ripide. Il loro nome richiama, infatti, le Dolomiti per la dolomia che le costituisce ma raggiungono altitudini inferiori.

Si ergono tra il Passo del Pian delle Fugazze e il Passo Pertica dando vita assieme al massiccio del Pasubio al settore alpinisticamente più vario e attraente delle Prealpi Venete Occidentali. Si tratta di un complesso montuoso alquanto ampio e ramificato che è ulteriormente ripartito nei seguenti sottogruppi:

- il Gruppo del Carega; è il nucleo principale delle Piccole Dolomiti la cui ampia e articolata geografia porta a suddividerlo a sua volta in tre sottogruppi: il Fumante, il Cherle e il Nodo Centrale. Il massiccio è caratterizzato da versanti scoscesi, in particolare quello meridionale e nord-orientale, che offrono vie d'accesso alla parte superiore della zona che sono molto interessanti dal punto di vista alpinistico e paesaggistico. La parte superiore presenta aspetti dolomitici e pareti molto ripide, ma anche le caratteristiche più proprie dell'alpe, con ampi e ondeggianti valloni prativi. Tra i rilievi principali di poco inferiori ai 2000 m di quota vi sono le Guglie del Fumante e il M. Plische. La cima più alta del Gruppo nonché delle Piccole Dolomiti è Cima Carega (m 2259) che si trova in territorio trentino.

I punti di appoggio per il Gruppo del Carega sono ben presenti e ben distribuiti sui diversi accessi alla zona.

- il Sengio Alto; tra il Passo Campogrosso e P.so Pian delle Fugazze, costituisce un esile crinale che collega il Monte Pasubio al Gruppo del Carega. Si struttura come una cresta solitaria caratterizzata nel versante est da scoscese pendici boscate che lasciano spazio in quota a rovinosi canaloni, picchi e muraglie di roccia. Più dolci sono i versanti trentini che alternano i boschi cedui alle mughete che arrivano a lambire le vette. Tra le cime più note vi è il M. Baffelan (1793 m) e la più alta e articolata vetta del M. Cornetto (1899 m). Le vie d'accesso sono accessibili a chiunque, tuttavia non mancano vie di roccia e sentieri per gli escursionisti più esperti. Buona è anche la presenza di Rifugi e punti d'appoggio.

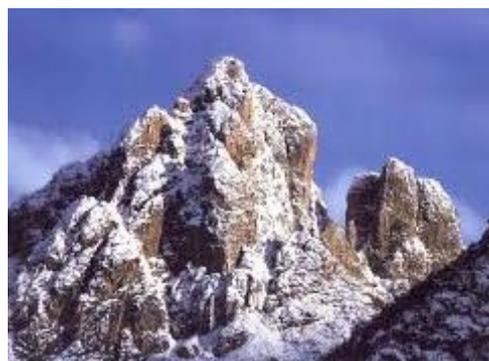


Figura 2: Sengio Alto nelle Piccole Dolomiti

- la Catena delle Tre Croci; si protende fra le valli dell'Agno e del Chiampo. Ha aspetti più tipicamente alpini nei versanti orientali dove articolate pareti rocciose si alternano a ripidi canaloni a chiara impronta dolomitica che si addolciscono nelle forme nel sottostante altopiano pascolivo delle montagnole. Le linee dei versanti occidentali sono invece più uniformi e dominate dal pino mugo che sta colonizzando gran parte dei pascoli sommitali, alle quote più basse dominano i boschi cedui. Alla testata della Valle del Chiampo il complesso montuoso torna aspro e accidentato contrapponendosi in questo modo ai dolci pendii pascolivi del versante veronese con cui confina e che si estendono poi all'altopiano lessineo. Anche in questo caso i punti di appoggio non mancano organizzati tra Rifugi, bivacchi e alberghi alle quote inferiori. La vetta più elevata è il monte Zevola (1.976 m).

Nonostante la loro altitudine superiori di poco i 2000 m, le Piccole Dolomiti sono montagne molto interessanti dal punto di vista alpinistico, offrendo interessanti pareti rocciose di tutti i gradi di difficoltà. Di particolare interesse alpinistico sono anche i vaj, stretti ed impervi canali particolarmente suggestivi anche l'escursionismo e il trekking sono molto praticati e anche in questo caso l'offerta di itinerari è ampia e varia.

Tra il profilo compatto dell'altopiano dei Sette Comuni e le vallate collinari che separano il territorio veronese dal vicentino si erge la gigantesca massa del Monte Pasubio separata dalle Piccole Dolomiti dalla depressione del Pian delle Fugazze. Il Pasubio è un omogeneo e grandioso massiccio che scende dovunque con alti e dirupati cigli inframezzati da valloni boscati. La parte sommitale è invece un ampio e desolato acrocoro con una dorsale di cime dall'andamento NO-S. Tutto il Massiccio è cinto da un anello stradale dal quale si dipartono numerosi percorsi che salgono ai due Rifugi localizzati sulla parte sommitale. In quest'area le vie di accesso sono numerose e ben articolate molte delle quali risalenti al periodo bellico e costruite quindi esclusivamente per esigenze militari.



Figura 3: Pasubio e il Rifugio Papa

La vetta più alta è Cima Palon (2239 m), dalla quale si delineano poi il Dente italiano e il Dente Austriaco. Si tratta della Zona Sacra del Pasubio, così dichiarata dal Regio Decreto n. 1386 nel 1922 per i cruenti combattimenti della Prima guerra mondiale di cui fu teatro. L'intero paesaggio ne porta ancora i segni sotto forma di trincee, camminamenti, gallerie o ricoveri.

Le Piccole Dolomiti-Pasubio nel loro complesso offrono al turista ogni possibilità di svago sia nel periodo estivo sia in quello invernale permettendo di praticare anche in questa stagione ogni tipo di attività dalle passeggiate con le ciaspole all'alpinismo più classico. Numerosi sono i nomi di importanti alpinisti che nel passato si sono avvicendati in questi territori trovando vie, valli e pareti degne delle loro prodezze sportive. La zona si rivela interessante anche per gli aspetti naturalistici e per questo ricadente nella Zona di Protezione Speciale IT3210040 e per gli aspetti storici legati in particolare agli avvenimenti della prima guerra mondiale che portano ancora oggi numerosi turisti a ricalcare questi percorsi.

Particolarmente degno di nota in questi termini è anche l'Altopiano dei Sette Comuni che si trova nella zona di confine tra le Regioni Veneto e Trentino-Alto Adige. Si tratta di un massiccio dalla forma pressoché quadrangolare delimitato da un sistema di grandi scarpate ed esteso per circa 25 km in senso est-ovest e oltre 30 km in senso nord-sud. L'Altopiano occupa una posizione centrale nella fascia delle Prealpi Venete e può essere distinto in quattro zone dalle diverse caratteristiche morfologiche:



Figura 4: Altopiano dei Sette Comuni

- la scarpata meridionale; è la congiunzione con il territorio pedemontano, la quota varia da 300 m a 1400 m s.l.m. E' caratterizzata da profonde valli e ripidi pendii che gradualmente si allargano a formare un complesso sistema di dorsali che si raccordano all'alta pianura veneta.

- altopiano meridionale: si presenta articolata in dorsali, valli e conche chiuse. I fondovalle sono ampi e spesso tormentati, per la presenza di scarpate rocciose e depressioni carsiche. I rilievi in questa zona superano i 1300 m quali il M. Cengio e Cima Fonti;

- conca mediana: racchiusa tra l'altopiano meridionale e quello settentrionale, le quote sono comprese tra 1000 e 1100 m s.l.m. Si distingue per la ridotta pendenza dei rilievi e per la presenza dei maggiori centri abitati: Rotzo, Roana, Asiago, Gallio, Foza, Enego. E' incisa dalla Val d'Assa a est e dalla Val Frenzela a ovest;

- altopiano sommitale settentrionale: è il settore che presenta le maggiori cime (poco superiori ai 2300 m s.l.m.); è costituito per la maggior parte da roccia nuda, si presenta ricco di dolci ondulazioni, articolato in piccole valli e depressioni chiuse.

Tutto l'acrocoro poggia su un basamento costituito da Dolomia, mentre gli strati superiori sono formati da rocce calcaree, un ruolo importante nella geomorfologia dell'intera zona è da attribuire alla dissoluzione carsica, che ha portato alla formazione di un elevato numero di cavità sotterranee (2562 esplorate al 2009). L'area dell'altopiano dei Sette Comuni è nota anche per i suoi notevoli pregi naturalistici che hanno permesso l'individuazione di tre Siti di Importanza Comunitaria. La fauna e la flora rispecchiano i caratteri tipici delle zone alpine e il 67% del territorio è boscato.

L'Altopiano di Asiago nella stagione invernale diventa un importante fulcro di attrazione per i turisti amanti dello sci di fondo, offrendo oltre 500 km di piste, che si snodano seguendo per lo più i vecchi tracciati delle mulattiere e delle strade della Grande Guerra. Questa sorprendente rete di tracciati e di anelli è supportata da Rifugi e punti di noleggio di attrezzature diventando anche punti di riferimento per numerosi escursioni con le racchette da neve. Per quanto riguarda lo sci alpino l'Altopiano presenta 22 stazioni sciistiche per un totale di 100km di piste, interessante è anche la possibilità di praticare scialpinismo e cascate di ghiaccio. Anche durante l'estate l'Altopiano di Asiago ha molto da offrire ai numerosi turisti che qui vengono a trascorrere semplici giornate o intere vacanze. L'elevato interesse storico, naturalistico, culturale e geologico permette, infatti, di poter scegliere tra numerose possibilità di escursioni o semplici passeggiate a piedi, a cavallo o in mountain-bike. Molti sono anche gli appassionati di funghi che in questi boschi trovano il loro svago, per gli alpinisti c'è qualche possibilità di arrampicata sportiva mentre le numerose cavità scavate dal carsismo offrono un intero mondo sotterraneo per gli amanti della speleologia.

L'idea di valutare un territorio così ampio è nata dalla necessità di avere un quadro completo degli interventi del soccorso alpino in zona montana. Le numerose diversità morfologiche del territorio obbligano, infatti, a modalità di intervento diverse. In alcuni casi i soccorritori possono raggiungere alquanto agevolmente le aree di interesse tramite una buona viabilità mentre in altri casi l'accesso è reso più difficoltoso a causa dell'orografia stessa del territorio. Per poter valutare in modo completo la gestione degli interventi da parte delle squadre di soccorso si è quindi considerato necessario prendere in esame l'intera area. Tuttavia la valutazione della viabilità di accesso e lo

studio applicativo su di essa è stato fatto in alcune aree di dettaglio all'interno del comprensorio montano sopra descritto. Queste aree sono state ricavate in parte nel territorio della Comunità Montana "Agno-Chiampo" e in parte nell'altopiano dei Sette Comuni. In particolare per quest'ultimo si sono identificate due aree di interesse, una nel comune di Lusiana nella zona del M. Corno e un'altra nel comune di Rotzo a Campolongo. Queste due aree sono state scelte appositamente per la presenza e la disponibilità di dati relativi ad un volo Lidar che hanno pertanto permesso di relazionare la velocità di progressione a piedi dei soccorritori con le diverse modalità di accesso e con alcune caratteristiche ambientali. Queste due zone sono servite come test per la determinazione della velocità pertanto se ne discuterà meglio nei successivi capitoli. Nella stessa area si sono eseguiti anche i test per valutare la progressione in ambiente innevato. L'area di studio principale tuttavia è quella ricadente nella Comunità Montana Agno-Chiampo che è stata utilizzata come riferimento per l'applicazione del modello GIS e della quale pertanto segue una descrizione più dettagliata.

Quest'area interessa i due principali comuni montani della zona, Chiampo e Recoaro Terme, quest'ultimo conta 7.266 abitanti e ha una superficie di circa 60 km<sup>2</sup>, il suo territorio è compreso tra 345m e 2.020m s.l.m. ed è principalmente boscato (40 km<sup>2</sup>) con un indice di copertura (rapporto tra la superficie comunale e quella boscata) pari a 0.67. Crespadoro ha una popolazione più esigua (1.467 abitanti) e una superficie di circa 30 km<sup>2</sup> anch'essa principalmente boscata (64%) compresa tra 326 m e 1.976 m di quota. Tra tutti i comuni montani della provincia di Vicenza l'area totale oggetto di studio rientra tra i primi ventitré comuni della provincia di Vicenza in termini di estensione della copertura forestale con prevalenza di boschi di latifoglie e grande dominio delle faggete. I prati e i pascoli si estendono per il 22% del territorio e il tessuto urbano rappresenta il 4% circa (Allegato 1).

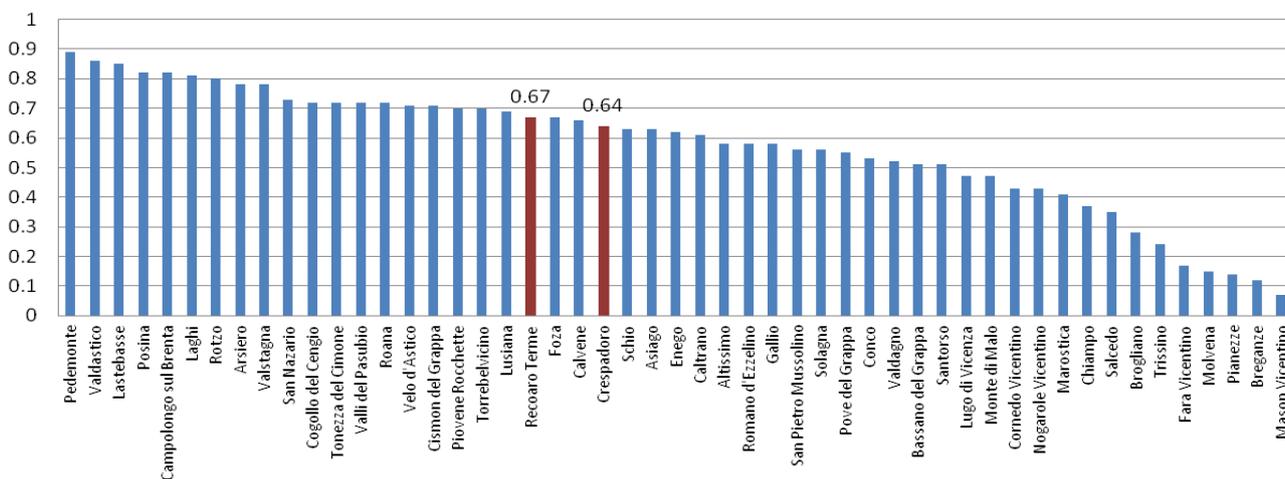


Figura 5: indice di copertura boscata per ogni comune appartenente alle Comunità Montane della provincia di Vicenza

Tabella 1: ripartizione delle formazioni forestali nell'area in esame

FORMAZIONI FORESTALI	Area	
	km <sup>2</sup>	%
Acero-frassineti	7.46	12.83
Alnete	0.01	0.02
Saliceti e altre formazioni riparie	0.04	0.07
Robinieti	0.20	0.35
Ostrio-querzeti	1.15	1.98
Faggete	32.67	56.23
Castagneti	9.43	16.23
Orno-ostrieti	5.21	8.96
Formazioni antropogene di conifere	1.94	3.33
TOTALE	58.12	100

La zona presenta una viabilità particolarmente sviluppata e articolata per la cui descrizione si utilizza la categorizzazione presentata in Tabella 2 e meglio dettagliata dalla tabella in Figura 7 che deriva dalla banca dati della viabilità di interesse forestale del territorio montano della Regione del Veneto (Cavalli et al., 2013). Queste categorie sono state definite per migliorare la classificazione esistente della viabilità di interesse forestale in modo da renderla più precisa e più accurata. In questo modo i percorsi sono adeguatamente descritti permettendo una classificazione più utile anche per gli studi a scala operativa (Calvani et al., 2003). La classificazione altrimenti maggiormente in uso per queste strade è quella proposta da Hippoliti (1976) che effettua una distinzione sulla base delle funzioni (primaria e secondaria) e della percorribilità (camionabile e trattorabile) che in un contesto di pianificazione di dettaglio risulta però poco esaustiva.

Secondo la classificazione del database della Regione la viabilità dell'area di studio può essere suddivisa in rete principale e secondaria. Con la prima categoria si intendono tutte le strade asfaltate la cui percorribilità è garantita a qualsiasi tipo di veicolo ed include le strade definite "di pubblico accesso" e "multi-funzione" (Cavalli et al., 2013, Figura 7). La loro densità è di 1.8 km/km<sup>2</sup>. La viabilità secondaria rappresenta invece i percorsi non asfaltati, dal fondo generalmente migliorato la cui percorribilità è garantita per veicoli 4x4. Si tratta di percorsi con funzione agro-silvo-pastorale o strade pubbliche e private che permettono il collegamento tra nuclei abitativi minori. Sono percorsi rientranti nelle classi di percorribilità 3 e soprattutto 4 (Cavalli et al., 2013, Figura 7). Ossia sono principalmente strade che permettono un'elevata mobilità ma una scarsa possibilità di carico. Secondo i riferimenti di esempio della Regione i percorsi categorizzati nella quarta classe sono idonei per il passaggio di piccoli mezzi forestali o, in riferimento ai mezzi AIB, sono idonei per quad o veicoli 4WD a passo corto. Solo il 13% della viabilità non asfaltata ha una percorribilità di classe tre. Questa rete secondaria riveste interesse anche da un punto di vista turistico essendo spesso sede di passaggio di numerosi sentieri, soprattutto in zona basso montana e collinare. Così definita, la rete principale e secondaria rappresenta l'intera categorizzazione prevista dalla Banca Dati, con un'estensione totale di 356 km rappresentando però meno della metà (48%) dei percorsi esistenti poiché la rete effettivamente esistente e potenzialmente percorribile è di 731 km. Questa differenza è dettata dalla classificazione della stessa Banca Dati, poiché, essendo stata strutturata per finalità di gestione

forestale prende in considerazione solo la viabilità utile a tale scopo e tutti i percorsi che non vi rientrano non sono classificati.

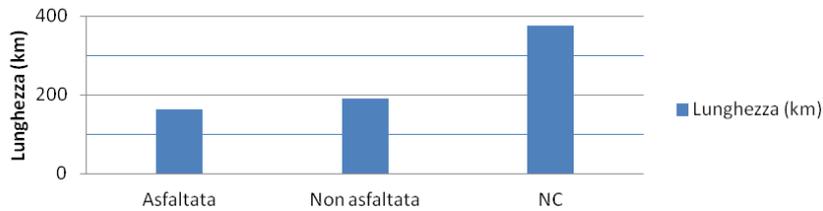


Figura 6: organizzazione della rete viabile dell'area di studio

Tabella 2: rete viabile principale e secondaria dell'area di studio

Categoria	Funzione	Tipo fondo	Lunghezza (km)	Accessibilità
C	Pubblico accesso	Asfaltato	45.5	Tutti i veicoli
MF	Multi funzione	Asfaltato	118.7	Tutti i veicoli
<i>Totale</i>			<i>164.2</i>	
MF	Multi funzione	Non asfaltato	89.3	Veicoli 4x4 e a piedi
FOR	Agro-silvo-pastorali e attività ricreative	Non asfaltato	102.2	Veicoli 4x4 e a piedi
<i>Totale</i>			<i>191.5</i>	
NC	Non nota	Non noto	375.3	Non nota

Come si può vedere dalla Tabella 2 la banca dati della Regione non investiga in alcun modo la composizione della rete di percorrenze non motorizzate. In questa classe funzionale rientrano piste di esbosco o sentieri (gestiti e non) che rivestono primaria importanza per il presente studio. Sorge quindi la necessità di far luce sulla rete di percorsi finora non classificati. In questo lavoro si è pertanto dovuto ampliare il concetto di rete secondaria includendo anche la rete sentieristica che con le strade silvo-pastorali e multifunzione costituisce gran parte della viabilità della zona montana e collinare. Per questo motivo si è dovuto integrare la banca dati dell'area in esame classificando i percorsi non precedentemente catalogati attraverso le informazioni delle carte escursionistiche e dei rilievi in campo dapprima estraendoli dalla Carta Tecnica Regionale (CTR) e successivamente digitalizzandoli. Il capitolo successivo spiega la metodologia adottata.

CLASSE	FUNZIONE	DESCRIZIONE
O	ordinaria lunga percorrenza	Rete di strade extraurbane principali - Strade statali e regionali
C	collegamento/accesso	Rete di strade e tratti (pubblici e privati) che consentono il collegamento e l'accesso a centri/nuclei abitativi o a centri/aree produttive (incluse le strade provinciali). Questa rete di strade e tratti, se fuori dalle aree urbane e industriali, può essere in casi eccezionali essere utilizzata per attività di interesse produttivo o turistico legate all'ambito agro-silvo-pastorale
MF	locale a multi-funzione	Rete di strade e tratti (pubblici e privati) che consentono il collegamento e l'accesso a centri/nuclei abitativi o a centri/aree produttive. Questa rete di strade e tratti si caratterizza per la possibilità di essere utilizzata regolarmente per attività di interesse produttivo o turistico legate all'ambito agricolo e/o silvo-pastorale
FOR	forestale o silvo-pastorale	Rete di strade e tratti permanenti che consentono l'accesso e la percorrenza di aree silvo-pastorali. Questi tratti possono ricadere nelle strade forestali ad accesso disciplinato in base alla LR n°14 del 31/3/1992 (presenza di cartello con o senza sbarra) o essere strade e tratti non disciplinati in proprietà pubbliche e private con evidente funzione silvo-pastorale
NC	non classificato	Rete di strade e tratti (sentieri, tracciati e mulattiere) limitate a percorrenze non motorizzate (percorrenza a piedi/cavallo/bici - sentieri). In questa classe funzionale possono rientrare anche le piste di esbosco temporanee (P) o tratti di strade forestali abbandonate da tempo di cui il tracciato non è identificabile

Figura 7: classificazione funzionale della viabilità (Cavalli et al., 2013)

CLASSE	DESCRIZIONE	UTILIZZAZIONI FORESTALI	AIB
1	Bassa mobilità e alta possibilità di carico	Tutti i mezzi	Autocisterna (kilolitrica) (1a) Autobotte pesante (1b)
2	Bassa mobilità e media possibilità di carico	Autocarro	Autobotte 4x2 (2a) Autobotte 4x4 (2b)
3	Elevata mobilità e media possibilità di carico	Forwarder o trattore con rimorchio forestale	Minibotte 4x4 passo lungo (3a) 4x4 passo lungo/corto con sistema modulare carrellato (3b)
4	Elevata mobilità e ridotta possibilità di carico	Trattore con rimorchio monoasse	4x4 passo corto (4a) quad allestito (4b)
0	Non percorribile con automezzi		

Figura 8: classi di percorribilità e riferimenti di esempio per utilizzazioni forestali e AIB (Cavalli et al., 2013)

## 2.2. CREAZIONE DELLA BANCA DATI DELLA VIABILITÀ SECONDARIA

Questa banca dati ha il compito di integrare l'attuale quadro conoscitivo della Regione Veneto sulla viabilità di interesse forestale con le informazioni concernenti la rete sentieristica esistente. La banca dati della Regione è infatti stata predisposta al fine di interventi silvo-pastorali e non considera gli aspetti turistico-ricreativi della viabilità, pertanto la rete sentieristica non è catalogata e per questo studio sorge quindi la necessità di valutarla. Questo lavoro è stato compiuto solo per la principale area d'esame del presente studio ossia la zona dei comuni di Recoaro Terme e Crespadoro.

Nel complesso si sono impiegate le seguenti fonti di informazione:

- Carta Tecnica Regionale (1: 5 000)
- Carta Regionale dei Tipi Forestali
- Carta dell'Uso del Suolo (2007)
- Ortofoto a colori 2003, 2007 e 2009 e ortofoto falso colore infrarosso (2007)
- Confini amministrativi dei Comuni, Province e Comunità Montane
- Carte topografiche escursionistiche aggiornate al 2009 (1: 25 000)

Grazie alla tecnologia GIS (*Geographic Information System*) tutti gli elementi territoriali codificati nella Carta Tecnica Regionale (CTR) sono stati estratti e si è creato uno *shp-file* relativo alla viabilità esistente nell'area di studio che è servito per potervi poi estrarre la viabilità secondaria. Partendo quindi da questa base di dati e con l'aiuto della fotointerpretazione e delle carte topografiche escursionistiche si è creato un primo livello di dettaglio della viabilità secondaria. Questo primo step ha portato a digitalizzare tutta la rete sentieristica esistente. La rete identificata in questo primo passo è definibile come la struttura potenziale dell'area di studio poiché non essendo tutta ordinariamente gestita ha un'estensione superiore alla rete di percorsi realmente utilizzati. Si è quindi successivamente contattato l'ente gestore di questa rete per capire come è organizzata ritrovando un quadro gestionale alquanto articolato dove si può quindi identificare la Regione come ente gestore superiore a cui però conseguono numerosi enti e associazioni realmente operativi sul territorio in relazione alla tipologia di sentiero.

In questi termini la rete sentieristica viene suddivisa in due grandi categorie: i sentieri alpini e i sentieri non alpini ma il nome della categoria non indica la fascia altitudinale di appartenenza dei tracciati. Per la Regione Veneto, infatti, il testo unico delle leggi in materia di turismo (L.R. 33/2002) definisce i sentieri alpini quei "percorsi pedonali che consentono un agevole e sicuro movimento di alpinisti e di escursionisti in zone di montagna al di fuori dei centri abitati, per l'accesso a rifugi alpini, rifugi escursionistici, bivacchi fissi di alta quota o luoghi di particolare interesse alpinistico, turistico, storico, naturalistico e ambientale". Secondo la stessa normativa è il CAI che in base alla legge 26 gennaio 1963, n.91 "Riordinamento del Club Alpino Italiano", ha il compito di tracciare, realizzare e soprattutto seguire la manutenzione di questa tipologia di percorsi. La gestione e la manutenzione spetta al CAI con la supervisione della Comunità Montana competente per territorio che per interventi di manutenzione ordinaria può elargire contributi fino all'ottanta per cento della spesa sostenuta. Per quanto riguarda i sentieri che non ricadono nella definizione di "sentiero alpino" la Comunità Montana, per conto della Regione affida a terze associazioni la relativa manutenzione attraverso specifiche Convenzioni per le quali le Associazioni locali di volontariato interessate si assumono la responsabilità di mantenere puliti e in buone condizioni determinati percorsi ricevendo un parziale rimborso spese.

Dopo aver tracciato quindi un quadro generale della situazione della rete sentieristica locale si è organizzata una campagna di rilievi per poter valutare direttamente le caratteristiche dei percorsi, tracciandone le rotte con GPS. A questo punto sarebbe stato impensabile catalogare tutti i sentieri dell'area in esame percorrendoli a piedi, oltretutto fuori dagli obiettivi del presente lavoro. Pertanto si sono definite delle aree di rilievo che fossero rappresentative in termini di tipologia di percorsi. Le aree considerate (rappresentate in giallo nella Figura 9) si trovano nel piano collinare e montano dei due comuni oggetto di studio e ne rappresentano le zone a maggiore interesse turistico, sono quindi caratterizzate da una rete sentieristica in generale ben gestita e organizzata.

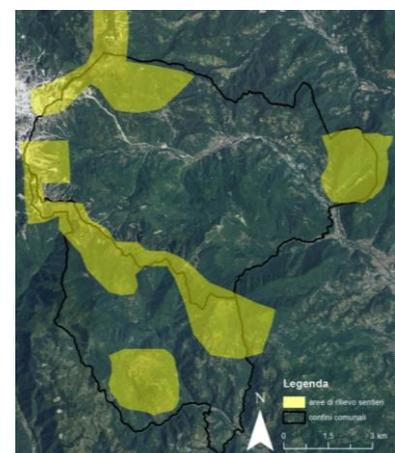


Figura 9: zone in cui sono stati condotti i rilievi della rete sentieristica

Per le sue caratteristiche di precisione e relativa facilità d'uso, il GPS si sta rapidamente diffondendo nel settore del rilievo tematico del territorio, dove tende progressivamente ad affiancare e sostituire le tradizionali tecniche topografiche. Anche in ambito forestale sta dimostrando indubbe potenzialità nel rispondere alle esigenze operative in molteplici situazioni quali la delimitazione di aree da sottoporre a taglio boschivo o percorse da incendi, la perimetrazione di aree di diversa natura, il rilevamento dei confini particellari o di aree di saggio in campo, rilievi topografici e catastali (Tachiki et al., 2005; Yoshimura et al., 2002) rilievi di elementi particolari. L'impiego del GPS nel settore forestale ha inoltre favorito lo sviluppo dell'integrazione tra dati a terra e dati telerilevati consentendo una stratificazione delle informazioni estremamente precisa e dettagliata (Bonavita, 2008). Oggi l'utilizzo di questi strumenti è ormai consuetudinario anche nell'ambito dei rilievi inventariali in modalità dinamica per ridurre i tempi necessari al raggiungimento dei punti di sondaggio, nel monitoraggio dello spostamento di macchine forestali (McDonald et al., 2002; Veal et al., 2001), e non ultimo nel rilievo della viabilità forestale tramite georeferenziazione dei tracciati delle strade o delle piste esistenti, l'individuazione di nuovi percorsi o il rilievo della rete sentieristica a fini escursionistici.

La strumentazione necessaria per eseguire un rilievo GPS consiste in un ricevitore, alimentato generalmente da batterie, collegato a un'antenna ricevente, che rappresenta il punto fisico di cui si determinano le coordinate. L'antenna può essere integrata nel ricevitore stesso oppure essere esterna. Le caratteristiche costruttive dell'antenna possono incidere notevolmente sulla capacità del sistema di ridurre i margini d'errore discriminando i segnali disturbati da potenti fonti elettromagnetiche o deviati dalla presenza di superfici riflettenti (fenomeni di *multipath*). Per quanto riguarda i ricevitori, il mercato ne offre un'ampia gamma con prezzi che variano da poche centinaia a diverse migliaia di euro. Si distinguono principalmente in base a determinate caratteristiche costruttive che si riflettono sulla capacità di gestire tutte o in parte le informazioni contenute nei segnali satellitari. In particolare tra le caratteristiche da valutare si considerano:

- le finalità di utilizzo: per esempio per scopi hobbistici (trekking, navigazione), per produzione di dati geografici rilevati (*outdoor*, *mapping*, classe GIS) o per rilevamenti geodetici-topografici (i più completi e costosi);
- il numero di canali dedicati per l'elaborazione delle informazioni satellitari; che indica anche il massimo numero di satelliti "agganciabili" contemporaneamente dal ricevitore, in quanto a ciascun satellite visibile nel ricevitore è riservato un canale differente (attualmente la maggior parte dei ricevitori ha 12 canali);
- la disponibilità di memoria interna; per archiviare i dati rilevati e sottoporli a correzione differenziale per aumentarne l'accuratezza posizionale;
- la capacità di eseguire la correzione differenziale in tempo reale (*real time*) o a posteriori (*post processing*);
- la possibilità di monitorare durante il rilievo i parametri indicativi della precisione del posizionamento e di intervenire per aumentare la produttività piuttosto che la precisione e viceversa;
- la possibilità di combinare i segnali provenienti dalla costellazione GPS, con i segnali provenienti da altre costellazioni analoghe.

Ai fini del rilievo della viabilità forestale e della rete sentieristica, le caratteristiche della strumentazione GPS da impiegare dovranno rispondere ai requisiti generali dei ricevitori della classe *GIS-mapping*. Gli aspetti maggiormente presi in considerazione per questo tipo di rilievi sono: l'accuratezza, la semplicità di utilizzo e la facilità nel portare lo strumento. L'accuratezza del dato consiste nella sua precisione, ossia nell'attendibilità della posizione del punto registrato. Per gli obiettivi del lavoro può essere considerata soddisfacente se inclusa in un *range* di qualche metro. Il livello di precisione dipende dalle caratteristiche del ricevitore del segnale satellitare e dall'ambiente in cui si lavora, in particolare per quest'ultimo aspetto si deve considerare il numero di satelliti rilevabili e la loro configurazione. La qualità del segnale è espressa con l'indice PDOP (Position Dilution Of Precision). Questo parametro (unitamente ad altri dal significato leggermente diverso, come l'HDOP, legato alle sole componenti planimetriche o il VDOP legato alla sola quota) rappresenta il contributo del fattore di configurazione geometrica dei satelliti all'errore quadratico medio nel posizionamento. Perché possa essere soddisfacente il suo valore deve essere limitato a poche unità: un valore di quattro o inferiore, fornisce posizioni eccellenti. Un PDOP compreso tra cinque e otto, è accettabile e sostanzialmente soddisfacente per tutti gli obiettivi delle mappature GIS. Un PDOP di nove o superiore, è invece scarso.

Generalmente sui ricevitori si possono impostare alcuni parametri come la maschera PDOP, al fine di ignorare le costellazioni che hanno un valore più alto di quello impostato. Si deve considerare inoltre che la copertura arborea costituisce uno dei principali fattori limitanti l'impiego di strumentazioni di posizionamento satellitare in ambiente forestale. I rami, i fusti e le chiome nel loro complesso interferiscono con il corretto funzionamento dei ricevitori (Tuček e Ligos, 2002) al punto che numerose ricerche hanno indagato l'influenza di tali elementi sull'affidabilità del posizionamento sotto copertura e hanno messo in evidenza l'effetto positivo di tempi di stazionamento più lunghi, così da poter ottenere per le coordinate del punto un valore mediato nel tempo (U.S. Department of Agriculture, 2000; Chamberlain, 2002).

Inoltre esistono procedure di correzione differenziale che consentono di aumentare notevolmente il livello di accuratezza. Tuttavia, allo stato attuale, la diffusione dei sistemi di posizionamento satellitare nel settore forestale vede un largo utilizzo di apparecchiature semplificate, concepite principalmente per l'impiego di tipo escursionistico (U.S. Forest Service, 2003; Scrinzi e Floris, 1994). Questi ultimi ricevitori non risultano configurabili dall'utente per alcuni parametri critici, quali il PDOP, il numero o l'altezza dei satelliti visibili pertanto generano dati meno precisi. Un'altra caratteristica da valutare quando si lavora in campo è la comodità di trasporto degli strumenti in uso soprattutto considerando che l'operatore si muove a piedi e non sempre in ambienti facilmente accessibili. Infine, non è da sottovalutare la semplicità di utilizzo che deve prevedere opzioni di menu semplici e comprensibili che rendono pertanto rapide le procedure di indagine.

Per queste motivazioni in questa prima parte del lavoro si è ritenuto idoneo usare il GARMIN® 62CS che è uno strumento nato con finalità escursionistiche e privo della funzionalità di correzione differenziale ma è sicuramente facile e pratico da utilizzare.

Queste caratteristiche sono inoltre accompagnate da un'adeguata precisione nell'accuratezza dei dati che rientra in una soglia di errore di 5-10 m rendendo quindi fattibile il rilievo della rete sentieristica in modo soddisfacente ed economico.

Nel presente lavoro il GPS è stato utilizzato sia in questa prima fase per la valutazione della rete viabile secondaria sia in una seconda fase per la stima della velocità di progressione dei soccorritori, in cui si è utilizzato anche un più preciso modello GPS di produzione Trimble®.

La valutazione della rete secondaria ha previsto la determinazione delle caratteristiche fisiche dei percorsi per tratti omogenei e le informazioni acquisite durante i rilievi sono state classificate in tre categorie: tracce, punti e transetti.

Le “tracce” rappresentano il tracciato effettivamente percorso, sono rappresentate da un continuum di punti automaticamente registrato dallo strumento ogni 5m percorsi. Ogni traccia corrisponde a segmenti di sentiero aventi caratteristiche ambientali, di fondo e di percorso il più omogenee possibile. Per ogni tratta si sono riportate quindi le caratteristiche specifiche della stessa indicandone l’ente gestore, l’eventuale codice identificativo del sentiero, la tipologia del fondo, la difficoltà escursionistica secondo il sistema CAI (Regione Piemonte, 2009) la percorribilità etc. Tutte le caratteristiche rilevate sono state riportate in un’apposita scheda creata ad-hoc per questo genere di rilievi. Le schede sono state riportate in Allegato 2.

Le informazioni puntuali rappresentano i cosiddetti punti notevoli, ossia dei punti di interesse degni di nota dislocati lungo il tracciato quali possono essere strutture ricettive, punti di valenza religiosa, eventuali limiti al passaggio, bivacchi etc. Questi elementi sono stati organizzati in macrocategorie e categorizzati come riportato in Allegato 3.

L’ultima tipologia di informazioni rilevate in campo sono relative ai transetti. Sono state rilevate, infatti, le caratteristiche specifiche di transetti di percorso della lunghezza di 20 m identificandone la pendenza tramite clisimetro Suunto, le condizioni stazionali dell’intorno del transetto, la larghezza e l’accidentalità. Quest’ultima è stata valutata come rapporto percentuale di elementi in rilievo all’interno di un’ipotetica griglia a maglie localizzata sopra il transetto. Gli elementi considerati influenti l’accidentalità sono stati quelli aventi un’altezza minima pari a  $\pm 5$  cm. Quindi in rilievo o infossati per almeno 5 cm (sassi, buche, radici, canalette esposte etc.). La descrizione stazionale ha previsto la valutazione dell’intorno del transetto in termini di vegetazione esistente, eventuali limiti in altezza per il passaggio dei veicoli, pendenza del versante a valle, presenza di tratti esposti etc.

I dati rilevati in queste indagini sono stati salvati in formato *gpx* (*GPS Exchange format*) e successivamente elaborati in ambiente GIS tramite ArcGIS® 10 (ESRI), pertanto si è dovuto trasformare il file *gpx* (non supportato da ArcGIS) nel formato vettoriale *shp-file* con l’ausilio di “DNR-Garmin” che è un software freeware pensato specificatamente per i GPS Garmin che permette di creare, modificare e trasferire *waypoints*, rotte e tracce tra il proprio computer e un dispositivo GPS e si interfaccia perfettamente con ArcGis. Manca però della possibilità di visualizzare i dati prima di salvarli. Utili programmi a questo fine si sono rivelati anche “Easy-GPS” e “Quantum GIS” (QGIS).

Ottenuto lo *shape-file* con i tracciati rilevati sorge la necessità di attribuirvi le caratteristiche riportate nelle apposite schede di rilievo. A questo scopo è stato organizzato un file Excel con tutte le caratteristiche dei punti rilevati e dei transetti, successivamente la tabella Excel è stata unita tramite Join spaziale alla tabella attributi di ArcGIS. In questo modo si sono ottenuti tre *shp-file* corrispondenti alle tre categorie di rilievo (tracciato, transetto e punti) ciascuno con le proprie caratteristiche rilevate. Si è pertanto ottenuta la mappatura completa delle caratteristiche

tecniche dei percorsi esistenti nelle aree di saggio considerate. Queste informazioni sono state conseguentemente unite al file della viabilità montana. In questo caso i percorsi che precedentemente erano segnati come “Non Classificati” assumono una loro funzione e catalogazione. Pertanto sono stati introdotti due nuovi codici di percorribilità al fine di poter considerare la percorrenza di mezzi fuoristrada più piccoli di quelli normalmente in uso nel settore forestale o anti incendio boschivo. In particolare ci si riferisce a veicoli quad molto dinamici e versatili che ben si adattano in alcune situazioni alla percorrenza su sentieri a fini di primo soccorso o ricerca. Il primo codice inserito è il 5 ed indica la possibilità di percorrenza motorizzata esclusivamente tramite quad, il secondo è il codice 6 che equivale a tutti i percorsi di cui non si hanno informazioni e che attualmente restano inclassificati.

Questi ultimi sentieri rappresentano la potenziale rete esistente di cui però non si ha certezza sullo stato di manutenzione poiché sono percorsi presenti nelle CTR ma che spesso sono stati abbandonati o poco utilizzati e che pertanto non sono più stati oggetto di manutenzione e gestione certa. In molti casi si tratta di tratti privati ormai degradati o ricoperti da vegetazione la cui percorribilità non può pertanto essere attualmente garantita senza un adeguato sopralluogo.

### **2.3. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA DEL CNSAS**

Il Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS) è una struttura operativa del Club Alpino Italiano (CAI) che provvede, nell’ambito delle competenze attribuite al CAI dalla legge 26 gennaio 1963, n. 91 (e successive modificazioni) al soccorso degli infortunati, dei pericolanti e al recupero dei caduti nel territorio montano, nell’ambiente ipogeo e nelle zone impervie del territorio nazionale. Inoltre il Soccorso Alpino contribuisce alla prevenzione e alla vigilanza degli infortuni nell’esercizio delle attività alpinistiche, sci-alpinistiche, escursionistiche e degli sport di montagna, delle attività speleologiche e di ogni altra attività connessa alla frequentazione a scopo turistico, sportivo, ricreativo e culturale in ambiente montano ed ipogeo (Legge 21 marzo 2001, n.74). Il CNSAS concorre anche al soccorso in caso di eventi calamitosi in cooperazione con le strutture di protezione civile nell’ambito delle proprie competenze tecniche ed istituzionali in qualità di struttura nazionale operativa del Servizio nazionale della protezione civile (Legge 24 febbraio 1992, n. 225, e successive modificazioni). La Repubblica Italiana ne ha riconosciuto il valore di solidarietà sociale e il servizio di pubblica utilità nel 2001 con la legge n. 74 secondo la quale, ai sensi dell’art. 1, opera in stretto coordinamento con il Servizio Sanitario Nazionale. Il soccorso alpino opera inoltre in modo volontario e senza fine di lucro. Si articola sul territorio italiano attraverso 21 Servizi costituiti ognuno per ogni regione o provincia autonoma. Ad essi convergono 31 Delegazioni alpine e 16 Delegazioni speleologiche che a loro volta racchiudono i Nuclei operativi, chiamati Stazioni, cui spetta il compito di portare soccorso. Le Stazioni alpine sono 242, mentre quelle speleologiche sono 27.

In conformità alla legge n. 74 e ai sensi dell'art. 29 della Legge 7 dicembre 2000, n. 383 (Disciplina delle associazioni di promozione sociale), la Regione del Veneto riconosce e promuove l'attività del Soccorso Alpino e Speleologico Veneto (SASV) del CNSAS. Nel 2013 la Giunta Regionale ha rinnovato la Convenzione con il SASV-CNSAS secondo cui all'art. 1 prevede di avvalersi del SASV per l'attuazione di tutti gli interventi previsti dalla Legge n.74 ivi comprese le attività professionali

o lavorative svolte in tali ambienti, in stretta collaborazione con il Sistema di Urgenza ed Emergenza Medica (SUEM) 118, nonché per l'attuazione degli interventi di Protezione Civile e a carattere non sanitario di cui alla Legge 24 febbraio 1992, n. 225 e all'art. 1 della Legge 21 marzo 2001, n. 74. Nelle attività comprese nella Convenzione rientrano anche i monitoraggi di pareti rocciose prospicienti strade e centri abitati che in qualche modo possano rappresentare un rischio immediato per la pubblica incolumità e la salute pubblica o gli interventi urgenti per le opere di bonifica che si rendessero necessarie. La Convenzione comporta anche operazioni di recupero di animali in vita o di carcasse (che, per il loro posizionamento in ambiente ostile ed impervio o per loro natura, possono determinare problemi di recupero con mezzi tradizionali e/o problemi di salute pubblica), e il monitoraggio e la mappatura delle cavità ipogee presenti nel territorio regionale in zone contermini a zone antropizzate e che non risultano ancora accatastate, ovvero di quelle che possono rappresentare un qualche rischio per persone, animali e cose.

La Regione Veneto è interessata da tre Delegazioni denominate: Dolomiti Bellunesi, Prealpi Venete e 6° Veneto. Quest'ultima è la delegazione speleologica che coordina le stazioni di Vicenza-speleo, Verona-speleo E Veneto Orientale. Le altre due delegazioni sono invece di tipo alpino e la loro denominazione ben ricalca il territorio di interesse. La delegazione dolomiti Bellunesi coordina le seguenti stazioni: Val Pettorina, Val Fiorentina, Val di Zoldo, Val Comelico, Val Bois, Sappada, San Vito di Cadore, Prealpi Trevigiane, Pieve di Cadore, Pedemontana del Grappa, Longarone, Livinallongo, Feltre, Cortina d'Ampezzo, Centro Cadore, Belluno, Auronzo di Cadore, Alpago, Alleghe, Agordo. La delegazione Prealpi Venete è quella di riferimento per l'area oggetto di studio del presente lavoro ed include le seguenti stazioni: Verona, Schio Arsiero, Asiago, Padova e Recoaro-Valdagno.

Ogni stazione è guidata da un capo stazione e dal vice capo stazione che coordinano le attività di ricerca e soccorso con la collaborazione degli altri volontari. Qualsiasi richiesta di aiuto pervenuta ai vari numeri di emergenza (112-118-113-115) che interessi l'ambiente montano o un ambiente impervio viene trasmessa al referente per la stazione dell'area di competenza che inizia a coordinare la squadra di intervento. In pochi minuti i primi soccorritori cominciano a partire nella direzione dell'evento.

I soccorritori sono dei volontari che a tale titolo prestano il loro servizio in caso di necessità pertanto non sono presenti stabilmente nella sede operativa e qualora vengano chiamati ad intervenire hanno il diritto (Decreto 23 marzo 1994, n. 379) di assentarsi dal posto di lavoro per poter far fronte all'operazione di soccorso.

#### **2.4. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI CONCERNENTI GLI INTERVENTI DI SOCCORSO NELL'AREA CONSIDERATA**

Il capo stazione di ogni sede di soccorso, al termine di ogni intervento fatto ha il compito di redigere un verbale sull'attività svolta. Si tratta di una scheda standardizzata a livello nazionale (Allegato 4) che richiede informazioni codificate. Ogni rapporto è identificato da un numero progressivo e dall'anno di riferimento e riporta ovviamente la data e il nome della stazione responsabile dell'intervento. Oltre a queste informazioni la scheda si articola in tre principali sezioni.

Nella prima sezione sono richieste le informazioni tecniche sull'intervento ossia la località in cui è stato svolto, l'ora di partenza e di rientro delle squadre di soccorritori, i mezzi utilizzati, il numero di soccorritori intervenuti e il numero di persone soccorse. Una seconda sezione prevede le generalità e le condizioni delle persone coinvolte con riferimento ad eventuale stato illeso, di decesso o ferimento e la prima diagnosi medica. Infine la terza sezione riporta le informazioni sull'incidente indicandone la causa, una breve descrizione, l'attività praticata al momento dell'evento, se la persona da soccorrere era in compagnia o sola, in salita o in discesa. Gran parte di queste informazioni sono codificate attraverso numeri per garantire univocità nelle descrizioni (Allegato 5). Le attività praticate dalle persone soccorse e prese in considerazione dai rapporti informativi sono 26 tipologie specifiche e due più generiche. Sono incluse tutte le attività più classiche relative all'ambiente montano quali la caccia, la raccolta di funghi, l'escursionismo, l'alpinismo, le vie ferrate e le cascate di ghiaccio, ma sono incluse anche categorie specifiche per gli sport meno tradizionali quali torrentismo, deltaplano, parapendio etc. Le due categorie generiche sono definite dalla voce: "turismo" in cui sono raggruppate le attività turistiche in senso generale e "altro" che include tutte le attività non precedentemente catalogate.

Altrettanto articolata è la descrizione relativa alle cause di incidente che include 25 classi di definizione che definiscono vari tipi di cadute (caduta su terreno o caduta in crepaccio) e scivolate (su terreno, su neve, su ghiaccio), la perdita di orientamento, malore, maltempo, nebbia etc.

Come detto, il verbale riporta anche le condizioni mediche riscontrate sul posto, si tratta di casistiche molto varie che pertanto si è ritenuto opportuno raggruppare al fine di renderle più facilmente interpretabili (Tabella 3).

Tabella 3: classificazione delle diagnosi mediche utilizzata nel presente studio

Affaticamento e sfinimento	Ipotermia
Cause internistiche	Fratture e lesioni
Problemi psichiatrici	Malore e dolore
Contusioni	Morso animali/insetti
Distorsione	Folgorazione
Evento cardiaco e respiratorio	Ipotermia
Ferite e contusioni	Traumi e politraumi
Illesi	Non specificato

Questi report sono compilabili in forma cartacea o digitale e vengono conseguentemente inoltrati alla struttura regionale di riferimento per l'archiviazione. A livello regionale è predisposto un software di gestione del database degli interventi al quale ogni stazione può accedere identificandosi con username e password.

La valutazione dei dati degli interventi del soccorso alpino per il presente lavoro ha comportato ovviamente la necessità di acquisire queste informazioni ma la procedura non è stata semplice in quanto trattandosi di informazioni con dati sensibili soggetti a privacy non si poteva avere libero accesso al database. In questo modo i report della zona di interesse dovevano essere richiesti di volta in volta alle relative stazioni di riferimento accordandosi per la copiatura manuale delle informazioni necessarie per tutti gli anni di interesse. Per il presente lavoro si è considerato un periodo di 20 anni e l'operato di tre Stazioni. Ogni capo stazione ha pertanto messo a disposizione i report sotto forma cartacea per il periodo: 1992-2012 e si è proceduti all'inserimento dei dati di

interesse all'interno di un foglio Excel escludendo i cosiddetti dati sensibili. Le tre stazioni considerate sono: Recoaro-Valdagno, Asiago e Schio. L'area di interesse includerebbe anche una quarta stazione, Arsiero, il cui coinvolgimento non è stato possibile a causa di problematiche non risolte nel reperimento dei dati dal Database Regionale. Questo problema si è avuto anche con le tre stazioni con cui si è collaborato comportando una lacuna di informazioni relativa ad alcuni anni.

Quindi il database su cui si è lavorato è così composto:

Stazione	Anni
Asiago	1992-2008; 2010-2012 (mancanza del 2009)
Schio	1992-2005; 2007-2012 (mancanza del 2006)
Recoaro-Valdagno	1994-1999; 2002-2011 (mancanze: 2000, 2001, 1992, 1993)

L'insieme dei report delle tre stazioni ha infine costituito un unico database relativo agli interventi di soccorso effettuati nell'area in esame e si è pertanto proceduto ad analizzarlo. L'analisi ha previsto l'esclusione di tutti gli interventi di protezione civile, il presente lavoro mira, infatti, a valutare gli interventi del soccorso alpino in area montana per attività turistico-ricreative ma i compiti dei soccorritori sono più ampi includendo pertanto tipologie di intervento che in questo contesto non interessa analizzare. Scremato il database si è poi proceduti con un'analisi statistica di tipo descrittivo e inferenziale in cui si è valutato il trend degli interventi nel ventennio e le loro principali caratteristiche. A questo scopo il database è stato dapprima riorganizzato in modo da renderlo più uniforme nelle informazioni contenute e per raggruppare in macro categorie alcune caratteristiche eccessivamente specifiche per un'analisi complessiva.

Pertanto per analizzare meglio le conseguenze degli incidenti avvenuti si sono organizzate le seguenti quattro categorie che descrivessero il generale stato di salute delle persone soccorse: ferite, illese, decedute, colte da malore o dolore. Con il termine "ferito" si intendono tutti i casi soggetti a traumi di vario genere e pertanto effettivamente feriti e con reale necessità di essere soccorsi. Le persone colte da malore o dolore rappresentano situazioni in cui l'intervento è avvenuto per effettivo bisogno di assistenza medica ma senza traumi. I casi di decesso sono tutte le situazioni in cui la persona è stata ritrovata morta ed infine gli illesi sono persone soccorse senza aver avuto effettivo bisogno di supporto medico. In alcuni rapporti informativi non sono state riportate informazioni riguardanti questo stato e rientrano pertanto nella categoria "Sconosciuto". Anche la categorizzazione delle attività praticate al momento dell'incidente e delle cause è molto articolata quindi alcune tipologie sono state riunite nello stesso gruppo.

La Tabella 4 riporta le classificazione adottata.

Tabella 4: categorie di cause e attività coinvolte negli incidenti

Gruppi di attività	Gruppi di cause
Alpinismo (Arrampicata, arrampicata sportiva, cascate di ghiaccio, vie ferrate)	Cadute e scivolate (Caduta, caduta in crepaccio, scivolata, scivolata su neve o su ghiaccio)
Raccolta prodotti non legnosi (Funghi, frutti di bosco, castagne etc.)	Maltempo (Brutto tempo, fulmini, nebbia)
Sci (Sci alpino, sci di fondo, sci alpinismo)	Malore (Malore e dolori vari)

Lavoro (Lavori forestali, residenza in alpeggi, etc.)	Insetti-animali (Punture-morsi)
Attività aeree (Deltaplano, parapendio, piccoli aereo-mobili)	Affaticamento
Incidenti auto-moto	Incapacità
Turismo	Falsa chiamata
Caccia	Incidente auto
Escursionismo	Perdita di orientamento
Mountain bike	Ritardo
Attività non definita	Suicidio
Altre attività	Precipitazione
	Crollo
	Valanga
	Scontro
	Cedimento appiglio
	Caduta sassi
	Cause sconosciute
	Altre cause

Nelle tre Stazioni esaminate solo “Valdagno-Recoaro” si occupa del soccorso su piste da sci. Nelle altre zone, infatti, gli incidenti che avvengono nella pratica dello sci alpino o dello sci di fondo sono di competenza del Corpo Forestale. Resta comune a tutte le Stazioni l’intervento per attività di sci alpinismo.

## 2.5. VALUTAZIONE DELLA MOBILITÀ DI SOCCORSO CON I PRINCIPALI MEZZI MECCANICI

L’intervento del soccorso alpino si distingue per la particolarità dei luoghi in cui opera che sono caratterizzati da un ambiente impervio in cui l’accesso è spesso difficoltoso e dove l’attività dei soccorritori è talvolta resa più impegnativa anche da avverse condizioni meteorologiche. L’intervento è spesso effettuato da sole squadre a terra che possono tuttavia operare con l’ausilio dell’elicottero qualora la gravità dell’infortunato ne giustifichi l’utilizzo e qualora sussistano le condizioni meteorologiche ed ambientali per permetterne l’operatività. Oggigiorno le abilità dei piloti e il loro addestramento continuo permettono un maggiore utilizzo dell’elicottero anche in condizioni in cui le caratteristiche del luogo non ne consentono l’atterraggio. In questo genere di casi il pilota effettua l’intervento adottando manovre di volo stazionario in cui l’elicottero è mantenuto fermo a poca distanza dal terreno appoggiando eventualmente un solo pattino. Pertanto l’elicottero si avvicina alla zona di interesse senza atterrare, permettendo lo sbarco dei soccorritori e l’imbarco dell’infortunato. Si tratta di una manovra particolarmente delicata e impegnativa per il pilota poiché deve mantenere l’elicottero in equilibrio precario. Laddove non è possibile adottare queste manovre viene impiegato il verricello attraverso cui il tecnico del soccorso alpino viene calato sul luogo dell’incidente, mentre l’elicottero resta a una certa quota in volo stazionario.

L’elisoccorso sembra la modalità ideale per l’intervento in montagna in quanto garantisce un rapido accesso e una relativa facilità di avvicinamento al luogo dell’incidente da parte del personale tecnico e sanitario.

Tuttavia ci sono situazioni sia ambientali sia meteorologiche che ne impediscono l'utilizzo ed in questi casi l'intervento con le squadre a terra risulta essenziale.

Questa è la ragione per cui si è proceduto a un'analisi dei tempi di intervento a terra valutando dapprima l'accessibilità con mezzi meccanici e successivamente la progressione a piedi.

I mezzi fuori strada sono tra i veicoli principalmente utilizzati dalle squadre di soccorso con i quali esse possono spostarsi agevolmente in percorsi sterrati e accidentati; si tratta spesso di veicoli come Land Rover Defender 90 o 110, Fiat Panda 4x4, Toyota Hilux o Renault Kangoo 4x4.

La valutazione della mobilità dei veicoli è stata fatta in test di prova con la collaborazione dei soccorritori, cercando di simulare la reale dinamica di intervento. In particolare i test sono stati svolti in collaborazione con la stazione di "Recoaro Valdagno" utilizzando una FIAT Panda 4x4 che è il veicolo più utilizzato da questa stazione poiché ha un ridotto raggio di sterzata e si adatta meglio a certi percorsi di montagna dove, invece, il Land Rover Defender (l'altro veicolo in loro dotazione) risulta spesso troppo ingombrante. L'utilizzo di questi mezzi è comunque vincolato alla tipologia di viabilità rientrando nelle classi di percorribilità 3 o 4 (Cavalli et al., 2013). Laddove, infatti, le condizioni del tracciato peggiorano questi veicoli risultano spesso troppo ingombranti rendendo necessario proseguire a piedi.

Con questo lavoro si vuole valutare anche l'adeguatezza di mezzi alternativi ai veicoli precedentemente considerati, che potrebbero permettere l'accesso lungo percorsi più stretti e più accidentati rendendo possibile l'utilizzo anche di una parte della rete sentieristica. A questo scopo si è preso in considerazione l'utilizzo dei quad poiché sono mezzi di piccole dimensioni, leggeri e bene adatti a terreni impervi. E' possibile distinguere questi veicoli in due categorie: "Sportivi" e "Utility". I veicoli "Utility" sono principalmente adatti a escursioni, hanno trazione integrale e sono solitamente monomarcia o dotati di marce ridotte. Rispetto ai modelli "Sportivi" sono più pesanti ma più facili da guidare. I quad "Sportivi" sono decisamente più performanti e sono adatti specialmente per le competizioni, sono a trazione posteriore o integrale e hanno motori con potenze maggiori rispetto ai precedenti. La guida è però più impegnativa.

I rilievi con i quad sono stati svolti con veicoli diversi e in momenti diversi in quanto non è stato possibile fin dall'inizio del lavoro trovare i mezzi a disposizione. I primi test sono stati fatti su strade silvo-pastorali e sentieri nei comuni di Recoaro Terme e di Crespadoro, all'interno quindi, dell'area di studio. In questo caso si è testato un Yamaha Raptor 660 che è un quad sportivo gentilmente messo a disposizione da un privato cittadino. Successivamente si è potuto testare due veicoli a trazione integrale, un Polaris 700 Sportsman e un Rotax 400, quest'ultimo in uso presso il soccorso alpino della stazione di Tambre (BL) che ha gentilmente messo a disposizione anche un Land Rover Defender. Questi ultimi test sono stati condotti nei comuni di Tambre e di Roana (VI).



Figura 10: Fiat Panda 4x4 e Land Rover Defender del CNSAS utilizzati nei test di prova

I rilievi svolti per valutare la progressione dei veicoli sui percorsi montani ha dapprima valutato l'effettiva velocità dei mezzi mediante l'uso di GPS. Successivamente per la sola area Recoaro Terme-Crespadoro si è proceduti con il rilievo topografico dei tratti percorsi in modo da poter correlare i valori di velocità con le principali caratteristiche topografiche della rete viabile per poterne valutare l'influenza sulla progressione dei mezzi.

I veicoli sono stati testati fissando il ricevitore GPS sulla vettura stessa tramite attacco magnetico. Simili procedimenti sono stati applicati anche in altre ricerche per esempio nel testare le prestazioni delle macchine di esbosco (Veal et al., 2001) o nella valutazione dei consumi di carburante (Holzleitner et al., 2011); nel nostro caso il ricevitore è stato fissato sul tettuccio dell'automobile mentre per il quad l'antenna del GPS è stata fissata allo zaino del passeggero in modo da mantenerla perpendicolare al mezzo. In entrambi i casi l'antenna era posta ad un'altezza di 2 m. Il ricevitore utilizzato è il Pathfinder® ProXH (Trimble) la cui precisione, con correzione differenziale, è di circa 30 cm, mentre come registratore dati si è usato il palmare NOMAD della Trimble dotato di software TERRASYNC. Si tratta di un software eseguibile su un qualunque registratore dati palmare Trimble ed è progettato per l'acquisizione e l'aggiornamento di dati sia GIS sia spaziali. Comunica con un ricevitore GPS, permettendo di impostare un set di parametri sul ricevitore stesso, registrare posizioni GPS sul registratore dati e aggiornare i dati GIS esistenti. Questo tipo di GPS è inoltre in grado di fornire la velocità del mezzo in modo automatico. I dati ottenuti sono stati acquisiti in WGS84, nel sistema latitudine/longitudine (Lat/Lon).

Ogni tracciato testato è stato percorso sia in andata sia in ritorno ed è stato ripetuto tre volte per poter ridurre gli eventuali effetti dovuti al caso. Ogni ripetizione è stata registrata dal GPS e catalogata con le informazioni utili all'identificazione del percorso, ossia il nome della traccia percorsa, il verso di percorrenza (andata o ritorno), il numero della ripetizione ed eventuali note. Queste informazioni sono state registrate all'interno del palmare tramite una maschera di analisi preventivamente creata con il software GPS Pathfinder Office. Queste maschere, definite "dizionari", permettono l'acquisizione di dati relativi a entità e attributi e consistono in un dizionario dati che è l'equivalente di una scheda di campagna che elenca i dati da acquisire e per ogni dato permette di descriverne le caratteristiche; esso deve essere preventivamente importato sul palmare GPS in modo che sia disponibile per l'inserimento dei dati durante l'attività di campo.

La valutazione della progressione dei veicoli lungo la viabilità secondaria ha successivamente preso in considerazione anche l'analisi delle caratteristiche dei percorsi stessi in modo da valutarne l'influenza sulla velocità di progressione. A questo scopo si è rilevato il profilo topografico dei

percorsi testati (strade silvo-pastorali e sentieri) e il relativo stato di manutenzione valutando la pendenza, la larghezza e le condizioni del fondo (erosione laterale, erosione di fondo, stato delle opere di sgrondo delle acque, fenomeni di dissesto).

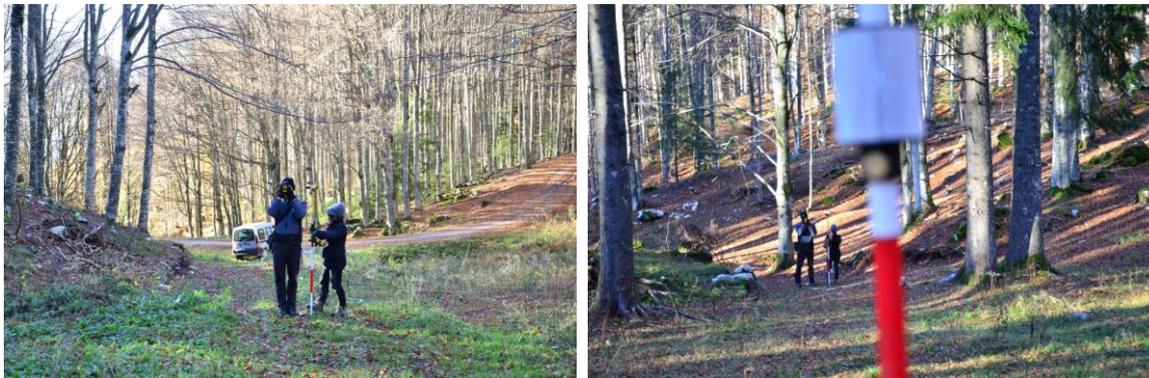


Figura 11: operazioni di rilievo topografico

Le operazioni di rilievo sono state condotte per tratti di percorso omogenei in termini di pendenza e di condizioni del fondo. Gli strumenti utilizzati in questa fase sono stati il GPS Trimble® ProXH, cordella metrica e Trupulse® 360B. Quest'ultimo strumento è un telemetro laser con clinometro elettronico integrato. Con il Trupulse viene emesso un impulso laser verso l'oggetto puntato, questo impulso si riflette sull'oggetto e ritorna allo strumento; in base al tempo di ritorno viene calcolata la distanza compresa tra lo strumento stesso e l'oggetto puntato.

Il software all'interno del Trupulse misura distanze e angoli. Le caratteristiche pubblicate sul sito della fabbrica produttrice del Trupulse (<http://www.lasertech.com/TruPulse-Laser-RangeFinder.aspx>) garantiscono una distanza massima operativa dal bersaglio di 1 km lavorando senza prisma e fino a 2 km lavorando con prisma. La risoluzione del distanziometro è di 30 cm e la risoluzione dell'inclinazione pari a 0,25°.

In questa fase il GPS è stato utilizzato per georeferenziare i percorsi attribuendovi un proprio codice identificativo. Ogni percorso è stato misurato per tratti omogenei e georeferenziato nel punto centrale di ciascun tratto con l'antenna posta a 2 m di altezza ed un PDOP massimo accettato pari a 6. La pendenza di ogni tratto è stata misurata tramite Trupulse. La valutazione della condizioni dei tracciati è stata fatta per ogni transetto omogeneo utilizzando un dizionario appositamente creato per i rilievi topografici che risponde ai seguenti punti: identificativo del punto, distanza inclinata, unità di pendenza (% o gradi), presenza o assenza di tornanti, misura del raggio del tornante, presenza delle opere di deflusso e del loro stato di efficienza, larghezza del transetto, condizioni di fondo (regolare, parzialmente regolare, irregolare), ed eventuali note. Si sono successivamente adottate tre categorie per riassumere le condizioni dei percorsi seguendo le indicazioni fornite dall' Oregon Department of Forestry (2000), Figura 12. Le tre categorie sono così descritte:

- "buono stato": assenza di buche e di ormaie, fondo del tracciato non eroso, sistemazioni idrauliche ben gestite;
- "fortemente degradato": ormaie profonde, manutenzione carente o addirittura assente.
- "inizio di degrado": situazione intermedia tra i precedenti due stati.

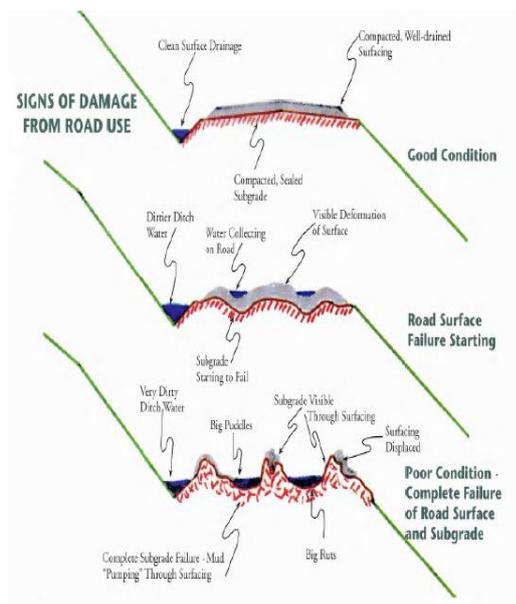


Figura 12: condizioni del fondo stradale. A sinistra si riporta l'immagine tratta dall'Oregon Department of Forestry (2000) e a destra si riporta il corrispettivo per l'area di studio

Una procedura simile è stata adottata anche per la valutazione delle condizioni dei sentieri dove si sono definite le stesse tre categorie utilizzate per le strade (buone condizioni, inizio di degrado, fortemente degradato) ma con una caratterizzazione in parte diversa dovuta alla diversa tipologia del tracciato stesso. Come riferimento si sono usati gli standard proposti da Bratton et al. (1979) (Tabella 5) per classificare lo stato di erosione dei sentieri. Le tre categorie rispondono quindi in questo caso, alla realtà della rete sentieristica che per definizione è una rete di percorsi formata per effetto del passaggio di uomini o animali (art.3 D.L. 285/92). Nel definire le caratteristiche delle tre categorie di condizioni dei sentieri si sono utilizzati

Nel presente studio le tre categorie valutate sono quindi così descritte:

- "buone condizioni": assenza o scarsa presenza di buche e di ormaie, fondo del tracciato poco o per nulla eroso;
- "inizio di degrado": presenza di radici e massi lungo il percorso, media erosione del fondo, allargamento del tracciato, inizio della formazione di zone fangose. Erosione e profondità media degli ostacoli  $\pm 20$  cm;
- "fortemente degradato": ormaie profonde, zone fangose o fondo con strati rocciosi evidenti, radici esposte e danneggiate, forte erosione del fondo e della larghezza del percorso. Ostacoli in rilievo o in depressione per altezze superiori a  $\pm 30$  cm.

Tabella 5: tratta da Bratton et al. (1979) e tradotta

Stato di erosione	Descrizione
Scarso	-
Inizio di degrado	Possibili zone fangose, radici esposte o evidenti segni dovuti all'azione dell'acqua
Moderato	Possibili rocce e radici esposte, piccole buche, pochi segni di allargamento laterale del tracciato
Intenso	Possibili rocce o radici esposte e radici danneggiate,

	solchi profondi più di 20 cm, allargamento della carreggiata causato da zone fangose o fenomeni evidenti innescati dall'azione dell'acqua
Molto intenso	Possibile strato roccioso esposto, radici delle piante gravemente danneggiate, solchi profondi più di 50 cm, ampio allargamento laterale del tracciato



Figura 13: esempi delle tre condizioni di fondo della rete sentieristica

Per la zona di Recoaro Terme-Crespadoro i percorsi testati sono riportati nella cartina in Figura 14 contrassegnati dai numeri 1 e 2. La lunghezza totale è di circa 20 km. Il percorso 1 è una strada privata di accesso ai fondi con una quota media è di 1125 m s.l.m. e un dislivello di 150 m. Il fondo stradale di tipo migliorato presenta diversi problemi di manutenzione, in particolare sono presenti più punti di dissesto del versante di monte o di valle, usura del fondo stradale con tratti con diffusa presenza di buche e in generale una totale mancanza di pulizia delle opere per lo sgrondo delle acque.



Figura 14: strade agro-silvo pastorali oggetto di rilevamento (tratti in verde) nei comuni di Recoaro Terme-Crespadoro



Figura 15: esempi di scarsa manutenzione (Tracciato 1)

Il percorso 2 presenta un dislivello di 550 m e una quota media di 1300 m. E' molto più pendente del precedente percorso e il fondo stradale è in condizioni talvolta molto peggiori. E' utilizzato per l'accesso ai fondi, per la manutenzione della seggiovia dell'adiacente pista da sci e per l'accesso da parte dei gestori del rifugio presente in vetta.

Entrambe le strade sono regolamentate dalla Legge regionale 31 marzo 1992, n. 14 (*Disciplina della viabilità silvo pastorale*) che ne vieta il transito ai veicoli non autorizzati.



Figura 16: tratti della strada silvo-pastorale n.2

Successivamente si sono organizzati i rilievi nel comune di Tambre in collaborazione con il Soccorso Alpino locale per poter valutare la reale operatività di un mezzo appositamente utilizzato per finalità di ricerca e soccorso. Si tratta di un quad a trazione integrale Rotax 400 Bombardier (Figura 18). Le condizioni ambientali della zona testata non hanno però permesso di ottenere buoni risultati in quanto la ricezione satellitare è stata molto scarsa e talvolta assente invalidando pertanto molti dati. Per questa ragione si è ritenuto opportuno ripetere le prove in un'altra area testando quindi nel Comune di Roana il quad Polaris 700 Sportsman. I test sono stati condotti nei pressi di Malga Erio lungo la strada di accesso alla malga stessa e su alcuni sentieri limitrofi (Figura 19).

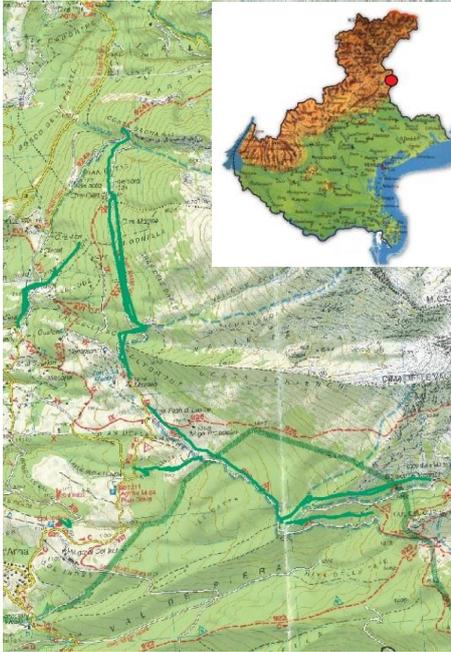


Figura 17: la mappa riporta i tracciati percorsi con il quad Rotax 400 Bombardier, a fianco le due foto evidenziano le caratteristiche medie dei percorsi (Tambre)



Figura 18: test di progressione su sentiero (Tambre)

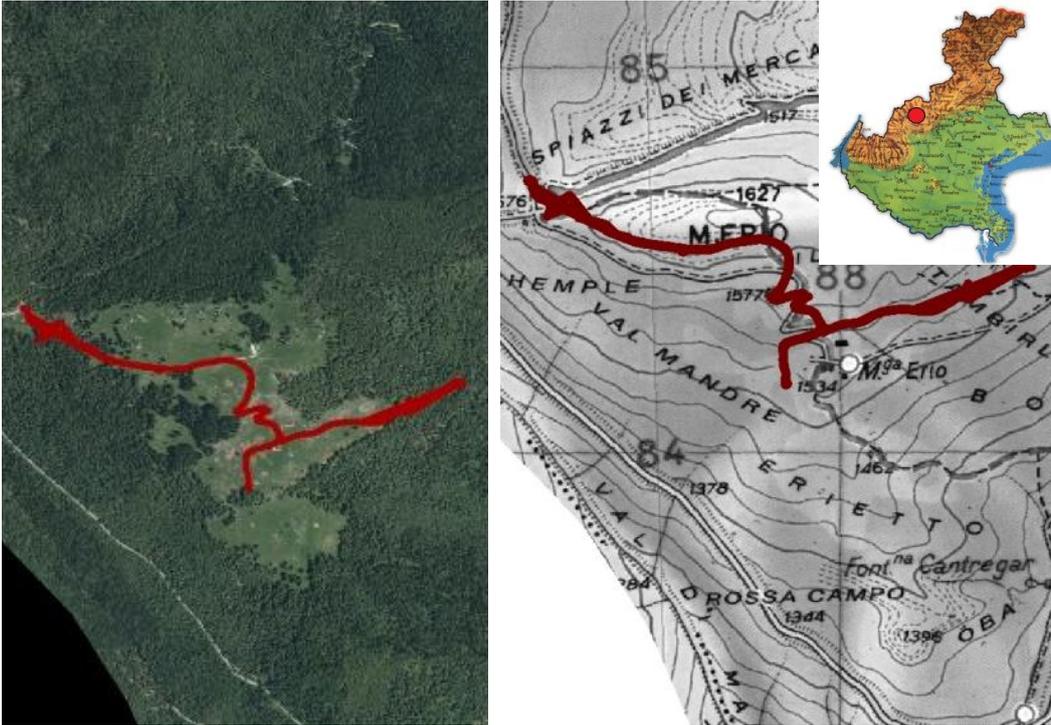


Figura 19: ortofoto e cartina topografica della zona di Malga Erio nel comune di Roana. La traccia riportata indica i percorsi fatti con il quad Polaris 700 Sportsman



Figura 20: strada silvo-pastorale e sentiero percorsi nel comune di Roana

I rilievi topografici per la valutazione delle caratteristiche dei percorsi, sono stati svolti solo per la zona di Recoaro Terme-Crespadoro, ossia per la principale area di studio. Per questa ragione il quad Polaris 700 Sportsman è stato testato direttamente su strade silvo-pastorali in buone condizioni di fondo riducendo così la variabilità dovuta a questo fattore e conseguentemente i tempi di raccolta dati.

Questa prima parte del lavoro ha lo scopo di valutare quindi la progressione motorizzata sulla viabilità secondaria per:

- definire l'influenza delle condizioni dei percorsi sulla velocità di progressione;
- definire le tempistiche medie di accesso con i veicoli in uso presso le stazioni di soccorso;
- valutare la progressione di veicoli alternativi (quad)

Successivamente si è applicata una procedura simile per testare la progressione dei veicoli in ambiente innevato. In questo caso i rilievi sono stati condotti con una motoslitte nel comune di Roana con la collaborazione del distretto di Asiago del Corpo Forestale dello Stato. Il veicolo è, infatti, in uso presso le loro squadre per le attività di soccorso su pista.

## 2.6. VALUTAZIONE DELLA MOBILITÀ DI INTERVENTO A PIEDI

Laddove non è possibile intervenire con l'ausilio dell'elicottero o con mezzi motorizzati, le squadre di soccorso intervengono a piedi quindi l'analisi della mobilità per gli interventi a terra prende in considerazione anche questa modalità di progressione valutando la velocità di intervento in relazione alle principali caratteristiche ambientali che la condizionano.



Figura 21: operatore in cammino con i GPS. La freccia rossa indica il GARMIN® 62cs e le frecce gialle da sinistra a destra indicano rispettivamente l'antenna e il palmare del PROXH TRIMBLE®

A questo scopo si sono identificate tre tipologie di ambiente che mediamente rappresentano le zone in cui i soccorritori si muovono e operano: le zone boscate, le zone di prateria e il sentiero e, all'interno di questi ambiti, si sono identificate delle aree in ciascuna delle quali i test sono stati funzionali all'identificazione della velocità di cammino. Le prove sono state condotte con la collaborazione del personale della stazione del CNSAS di "Recoaro-Valdagno" e degli agenti del Corpo Forestale dello Stato; Distretto di Asiago.

I soccorritori sono stati fatti camminare all'interno di aree di saggio definite per ciascuna delle tre tipologie di ambiente, equipaggiati di GPS simulando le modalità di progressione di un reale intervento. Per ciascun percorso compiuto in ogni area (bosco, prato, sentiero) si sono effettuate tre ripetizioni.

I metodi più comunemente utilizzati in passato per la determinazione della velocità di un individuo consistevano nella misurazione diretta della distanza e del tempo di cammino mediante l'uso di cronometri Sharp (1997), di percorsi monitorati da telecamere ad infrarossi (Alexander et al., 1977) o più recentemente con pistole laser utilizzate per esempio nel valutare la velocità veicolare o in studi sulla velocità dei mammiferi (Marsden and King, 1979). Si tratta tuttavia di strumentazioni e metodologie operative molto costose e complesse, le cui misurazioni sono inoltre legate alle caratteristiche dell'area di studio e alla complessità del terreno in cui vengono svolte per cui non è sempre facile applicarle. Metodi indiretti prevedono l'uso di pedometri (Saris and Binkhorst, 1977) o accelerometri (Weyand et al., 2001) tuttavia queste tecniche sono limitate alla definizione di velocità istantanee, potendo fornire informazioni medie e non continue. L'introduzione dei GPS negli anni '90 ha offerto una valida alternativa per la misura della velocità e della posizione con la possibilità di aggirare alcune limitazioni dettate dai metodi più convenzionali.

Il GPS è nato originariamente come strumento militare e appositamente affetto da errori nell'orologio satellitare per ridurre la precisione proprio questo fatto ha quindi stimolato lo sviluppo di diversi approcci per migliorare la precisione di posizionamento e ha portato alla necessità di utilizzare una strumentazione con controllo differenziale (DGPS) che permettesse di confrontare la posizione nota di un ricevitore fisso con quella determinata dalla triangolazione satellitare. La differenza viene quindi utilizzata per correggere il tempo di transito dei singoli segnali satellitari. I DGPS sono stati per esempio usati per misurare gli spostamenti animali (Steiner et al., 2000; von Hunerbein et al., 2000) o per valutare le risposte fisiologiche delle persone coinvolte in attività di orienteering e sci di fondo (Larsson et al., 2002; Larsson and Henriksson-Larsen, 2005). Dopo l'abolizione nel 2000 dell'errore volutamente inserito dal

Dipartimento della Difesa Americano, diviene possibile l'uso di GPS non differenziali. Questi offrono diversi vantaggi rispetto ai DGPS poiché hanno un costo minore, sono più piccoli e quindi più facili da portare, sono più leggeri e più semplici da utilizzare adattandosi quindi a tipologie di fruitori diversi. Conseguentemente si sono diffusi numerosi studi condotti sulle dinamiche di progressione con questi strumenti identificando la loro efficacia nella determinazione della velocità di cammino (Witte and Wilson, 2004; Terrier et al. 2005; Townshend et al., 2008).

Townshend et al. (2008) hanno effettuato un interessante studio sulla determinazione della velocità tramite GPS differenziale testando le dinamiche di progressione sia su percorsi diritti sia su percorsi circolari valutandone anche l'efficacia nella determinazione della posizione dell'individuo in curva. Lo studio ha chiaramente dimostrato come il GPS non differenziale offra una stima accurata della velocità di spostamento e della posizione statica delle persone coinvolte. Informazioni parzialmente meno precise si sono registrate per i tratti in curva garantendo tuttavia un'accuratezza sufficiente per studi di questo genere. La stima della velocità è stata testata anche per strumenti GPS low cost, Le Faucheur et al. (2007) hanno per esempio valutato l'affidabilità del Garmin 60 testando la progressione di cammino secondo precisi protocolli di analisi che intervallavano momenti di cammino a momenti di riposo. I risultati hanno dimostrato una buona precisione di rilievo con errori inferiori a quanto previsto (1.1 km/h) attestandosi su valori simili a quelli ottenuti in test condotti con GPS differenziali. Inoltre si è dimostrato come l'errore diminuisca all'aumentare della distanza di rilevamento dimostrando quindi come questi strumenti possano essere utili nella valutazione di dinamiche reali. Questi studi sono stati condotti in ambienti liberi da ostacoli quali alberi, montagne o edifici per ottenere dati più precisi e ridurre l'effetto multipath. Proprio in relazione ai fenomeni di multipath nel presente studio si è dovuto utilizzare il GPS Garmin 62cs anziché il Proxh Trimble® utilizzato nei test dei veicoli.

Si deve ricordare, infatti, che la copertura forestale ha una notevole influenza sulla ricezione satellitare e di conseguenza sulla precisione del dato. In alcuni test fatti da Piedallu et al. (2005) sull'accuratezza del posizionamento GPS si dimostra un forte deterioramento del segnale sotto copertura arborea rispetto alle situazioni di ambiente aperto dove l'imprecisione è essenzialmente dovuta agli errori dei satelliti e al passaggio del segnale attraverso l'atmosfera. Negli ambienti boscati, invece, proprio la presenza degli alberi genera un errore dovuto al rimbalzo del segnale sulle strutture vegetali presenti prima di raggiungere l'antenna del ricevitore GPS (*multipath*). Dovendo in questo studio testare le velocità dei soccorritori sia in ambiente aperto sia sotto copertura arborea si è ritenuto opportuno utilizzare un GPS meno sensibile nella ricezione satellitare. Il Garmin 62cs ha un errore di posizionamento che varia da 4 m a 10 m permettendo quindi una precisione sufficiente per questo tipo di analisi. Il GPS Proxh Trimble® è stato comunque utilizzato per poter paragonare i risultati ottenuti con quelli del Garmin ed evidenziarne eventuali differenze.

Le aree di saggio per i test sono state localizzate in parte nel territorio della Comunità Montana Agno-Chiampo e in parte nell'Altopiano dei Sette Comuni. Più precisamente la progressione su sentiero è stata testata in aree all'interno del bosco che interessano tre tipologie forestali diverse di cui due sono faggete altopianane nel comune di Lusiana (Altopiano dei Sette Comuni, località M. Corno), un'area è in una faggeta montana nel comune di Recoaro Terme (Altopiano delle Montagnole) e un'altra area si trova nel comune di Cornedo Vicentino all'interno di un orno-

ostrieto collinare. Nel territorio degli stessi comuni sono state identificate anche le aree di saggio per l'ambiente prativo.



Figura 22: faggeta (1) e piceo-faggeta (2) nel comune di Lusiana



Figura 23: test su prato

A differenza del Trimble ProXH i dati raccolti dal Garmin 62cs non forniscono le informazioni sulla velocità che pertanto devono essere desunte dalle coordinate note di ogni punto. La velocità è calcolabile sapendo che i dati sono stati registrati ad ogni secondo di tempo e che la distanza orizzontale e verticale tra punti successivi è ottenibile dalle coordinate. Pertanto i dati sono stati elaborati in un foglio Excel eliminando i valori estremi di ogni tratto percorso e gli *outlier*. La velocità così ottenuta è stata successivamente mediata per un tempo di 20 secondi per ottenere un valore più preciso riducendo l'influenza dell'errore strumentale che in questo caso varia da 4 m a 10 m.

L'analisi della progressione a piedi valuterà pertanto l'influenza della tipologia di ambiente sulla velocità di cammino. Tuttavia vista la disponibilità di dati derivanti da un rilievo LiDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) aereo per la zona dell'Altopiano dei Sette Comuni si è considerato interessante valutare anche l'accidentalità del terreno per osservare come questa possa incidere sulla progressione a piedi. Il sistema LiDAR permette di acquisire una grande quantità di informazioni con elevata precisione. Questa tecnologia si basa sugli stessi principi utilizzati nel sistema RADAR, ma anziché utilizzare le onde radio per individuare gli oggetti di interesse utilizza impulsi di luce (laser). Inizialmente la tecnologia LiDAR era utilizzata soprattutto per la raccolta di dati e l'elaborazione di Modelli Digitali del Terreno (DTM), specialmente in aree di difficile accesso dove i metodi tradizionali non erano soddisfacenti. Più recentemente i DTM derivati da dati LiDAR rappresentano un valido strumento utilizzabile in molte altre applicazioni quali la pianificazione forestale dove il sensore aereo laser scanning ha trovato per esempio largo uso nella selvicoltura grazie alla sua grande potenzialità in termini di facilità di trasporto, elevata precisione, basso costo e alta velocità di acquisizione di dati sulla copertura arborea e sulla struttura verticale e orizzontale delle aree forestali. Grandi vantaggi si stanno ottenendo anche nel settore della modellazione dei rischi naturali quali valanghe (Margreth and Funk, 1999), frane (Dorren e Heuvelink, 2004) e inondazioni (Govers et al., 2000). La proprietà dell'impulso laser emesso dal

sensores LiDAR di penetrare le chiome degli alberi e di raggiungere il suolo rende possibile il suo utilizzo anche per l'estrazione di informazioni relative all'accidentalità del terreno, parametro normalmente molto difficile da valutare in campo poiché presentando una variabilità molto locale necessita di dati molto precisi e dettagliati. La caratterizzazione della scabrezza tramite tecnologia LiDAR è applicata anche in studi morfometrici per rilevare potenziali aree di frana (Ardizzone et al., 2007; Carter et al., 2001; Haugerud, 2004; McKean and Roering, 2004; Schulz, 2004;). In questi contesti lo studio di questo fattore può essere derivato anche dall'analisi del modello digitale del terreno, DTM (Smith et al., 2004) la cui elaborazione prevede inizialmente la classificazione dei punti raccolti dalla scansione LiDAR. Le misurazioni del sensore sono, infatti, influenzate da tre elementi fondamentali: il terreno, i rumori e gli oggetti non appartenenti al terreno come alberi, arbusti, edifici, cavi elettrici etc., per la determinazione del modello serve quindi poter distinguere i punti appartenenti al terreno. La quota di punti classificati come appartenenti alla superficie del suolo rispetto al totale dei punti della scansione laser definisce il tasso di penetrazione del raggio laser che è influenzato anche dalla tipologia d'uso del suolo.

La metodologia utilizzata in questo lavoro per valutare l'accidentalità è quella proposta da Pellegrini et al. (2013) per l'estrazione di un indice di accidentalità del terreno in aree con copertura forestale densa. L'elaborazione dei dati prevede una prima fase di filtraggio della nuvola di punti LiDAR per l'eliminazione della "quota altimetrica" cosicché i valori di altezza di ciascun punto considerino soltanto la distanza dal terreno. Il passo successivo comporta l'estrazione di valori (ultimi ritorni) posti al di sotto di una definita soglia di altezza dal suolo che in questo caso è stata posta pari a 1.50 m.

La nuova nuvola di punti è infine utilizzata per la creazione di un modello digitale della superficie rappresentativo degli oggetti presenti sopra il livello del terreno. Per la creazione di questo modello Pellegrini et al. (2013) hanno utilizzato l'applicazione LasTool (Isenburg, 2012) in ArcGIS 10.1 che permette di generare DSM e DTM a partire da dati LiDAR grezzi in una sola applicazione.

Il modello digitale della superficie che risulta da queste elaborazioni è rappresentativo dell'accidentalità e indica per ciascun pixel (laddove l'impulso laser è riuscito a raggiungere il terreno) il rispettivo valore in metri di altezza dal suolo. Il modello include senza distinzione la presenza di massi al suolo, arbusti, ceppaie etc.

I metodi proposti in letteratura per misurare la scabrezza del terreno sono numerosi e studiati per specifiche esigenze e comprendono analisi di dimensioni frattali, lo studio dell'intervallo di elevazione o la deviazione standard (Andrle and Abrahams, 1989; Grohmann et al., 2011) mancano tuttavia dei metodi univoci che rispondano a più esigenze. In questo studio l'accidentalità è stata considerata come valore normale espresso in metri di altezza dal suolo.

I dati LiDAR a disposizione sono stati acquisiti nel mese di luglio 2012 all'interno delle attività del Progetto Alpino "NEWFOR" (New Technologies for a better forest timber mobilization,

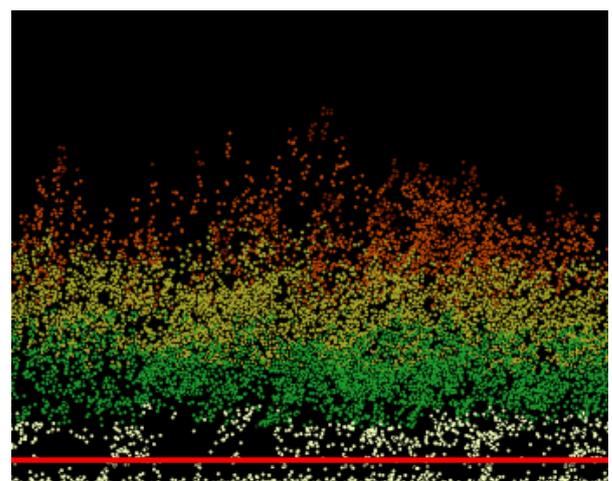


Figura 24: estrazione dei punti di altezza inferiore a 1.50 m dal suolo

[www.newfor.net](http://www.newfor.net)). Il sensore utilizzato per la raccolta del dato LiDAR è un OPTECH ALTM 3100EA installato su elicottero con la quota di volo media di circa 420 m sopra il suolo. La densità di campionamento risultante è mediamente di 11 punti/m<sup>2</sup>, la precisione planimetrica si attesta su 15 cm e quella altimetrica su 20 cm.

Gli obiettivi di questa parte del lavoro consistono nel valutare l'influenza dell'accidentalità del terreno sulla velocità di cammino, pertanto è sufficiente valutare la macro rugosità escludendo la micro rugosità. Per questo motivo questa analisi è stata condotta solo per le aree boscate poiché a differenza degli altri due ambienti valutati (zone prative e sentieri) presentano una variabilità della superficie tale da poter influenzare la progressione di cammino. L'accidentalità della superficie di un sentiero o di un prato non è stata quindi valutata. Le aree di saggio su cui si sono svolti i test per la valutazione della progressione a piedi (località M. Corno, Comune di Lusiana) dimostrano ad una prima analisi visiva una buona alternanza tra zone facilmente percorribili e prive di ostacoli e zone fortemente accidentate con massi di grandi dimensioni, tronchi abbattuti e doline. Le Figure 25 e 26 ne riportano alcuni esempi.



Figura 25: tratti molto accidentati



Figura 26: tratti meno accidentati

La progressione a piedi considerata fin'ora è stata valutata in un ambiente non innevato. Tuttavia un breve cenno verrà dato anche in merito alla progressione in presenza di neve. A questo scopo

alcuni rilievi sono stati condotti nel comune di Lusiana in collaborazione con il distretto di Asiago del Corpo Forestale dello Stato. I test sono stati condotti per la valutazione della velocità di cammino in due diversi momenti, dapprima si è testata la progressione a piedi senza alcun ausilio con uno spessore del manto nevoso di circa 10 cm. Successivamente è stata testata la progressione con l'uso di ciaspole su un manto nevoso della profondità variabile tra 40 cm e 80 cm. I test sono stati condotti in un arco temporale dalle 08:00 alle 12:00 del mattino con le stesse modalità precedentemente descritte per l'ambiente non innevato e nelle stesse aree di saggio. Pertanto il personale del Corpo Forestale è stato fatto camminare liberamente all'interno delle due aree in ambiente prativo e delle due aree in ambiente boschivo per un tempo di circa 15 minuti. Per ciascuna area sono state condotte più ripetizioni.

## **2.7. ANALISI STATISTICA DEI DATI DI VELOCITÀ**

Acquisito il database completo dei dati di velocità per la progressione a piedi e motorizzata, si è proceduto con l'analisi statistica supportata dal software STATGRAPHICS® 16.2. Le analisi sono state condotte con i seguenti obiettivi:

- valutare la progressione motorizzata lungo la viabilità secondaria;
- valutare la progressione a piedi lungo la rete sentieristica;
- valutare la progressione a piedi nelle zone fuori sentiero dove si sono considerate principalmente due tipologie di ambiente: le aree boschive e le aree prative.

Le analisi sono state condotte attraverso modelli lineari generalizzati (GLM) questi modelli permettono di studiare la relazione che intercorre tra più variabili che caratterizzano un fenomeno. In particolare si assume che una variabile risposta (Y) sia legata linearmente ad una o più variabili esplicative. Tale dipendenza lineare viene introdotta assumendo che la media della variabile risposta sia una combinazione lineare delle variabili esplicative. Questi test consentono di eseguire un'analisi di regressione e un'analisi della varianza, permettendo di verificare ipotesi nulle relative agli effetti di altre variabili sulle medie della variabile dipendente. È quindi possibile analizzare le interazioni tra fattori e gli effetti di singoli fattori.

Inizialmente in questo lavoro si è studiata l'influenza delle caratteristiche della viabilità secondaria sulla velocità di progressione dei veicoli. Questo primo modello assume quindi come variabile dipendente la velocità dei mezzi testati nella prima campagna di rilievi, ossia il quad Yamaha Raptor 660 e l'autoveicolo FIAT Panda 4x4 nei comuni di Recoaro Terme e Crespadoro. La limitazione dell'analisi ai dati relativi a questi veicoli è legata alla necessità di conoscere le caratteristiche della viabilità su cui sono stati condotti i test, che sono note dai rilievi topografici appositamente svolti e condotti per la sola principale area di studio.

La necessità di limitare lo studio ai dati relativi a questi veicoli è legata alle informazioni sulle caratteristiche della viabilità stessa che derivano da rilievi topografici fatti nella sola area di Recoaro Terme-Crespadoro dove per l'appunto le velocità testate sono relative a questi veicoli. I fattori influenti sulla velocità considerati in questo primo modello sono riportati in Tabella 6.

Tabella 6: variabili considerate per l'analisi della progressione motorizzata

Tipo di progressione	Tipo di percorso	Tipo di veicolo	Variabili
<b>Con veicoli</b>	Strade forestali	FIAT Panda 4x4	- pendenza assoluta
		Quad (Yamaha Raptor 660)	- verso di progressione (andata/ritorno) - larghezza del percorso
	Sentieri		- condizioni del fondo
		Quad (Yamaha Raptor 660)	- pendenza assoluta - verso di progressione (andata/ritorno) - condizioni del fondo

Dopo aver osservato il comportamento dei veicoli in relazione allo stato di manutenzione dei percorsi si è concentrata l'attenzione soprattutto nel valutare le relazioni esistenti tra la tipologia di veicolo e il tipo di percorso su cui è guidato. È stato quindi elaborato un secondo modello che assume come variabile dipendente la velocità dell'automobile e la velocità del quad a trazione integrale (Polaris Sportman 700) testato nel comune di Roana. Questo veicolo è stato valutato solo su strade silvo-pastorali e sentieri in buone condizioni di manutenzione eliminando l'influenza di questa componente sulla velocità del veicolo. In questo modo si sono potuti evitare i rilievi topografici della viabilità quindi le variabili esplicative introdotte in questo modello sono: la pendenza dei percorsi, la direzione di progressione e la tipologia di tracciato (strada silvo-pastorale o sentiero).

Infine è stato studiato un terzo modello che analizza la progressione dei soccorritori in cammino in aree fuori sentiero. La variabile dipendente è rappresentata dalla velocità di percorrenza in zone boscate e in zone prative e viene relazionata alle caratteristiche morfologiche e ambientali considerate principalmente influenti sulla velocità di cammino come specificato in Tabella 7.

Tabella 7: variabili considerate per l'analisi della progressione a piedi

Tipo di progressione	Tipo di percorso	Variabili
<b>A piedi</b>	Sentiero	- pendenza
		- verso di progressione (andata/ritorno)
	Fuori sentiero	- pendenza
		- verso di progressione (andata/ritorno) - accidentalità* - uso del suolo (bosco/prato)

\* Le analisi di accidentalità sono state fatte solo sui dati raccolti in località M. Corno (Comune di Lusiana) nell'Altopiano dei Sette Comuni per la disponibilità di dati Lidar per quest'area

I modelli presumono l'utilizzo della variabile dipendente trasformata in logaritmo in base  $e$ , mentre l'omogeneità delle varianze è verificata dal test F per un intervallo di confidenza del 95%.

## 2.8. SVILUPPO DI UN MODELLO GIS PER LA VALUTAZIONE DEI TEMPI DI INTERVENTO

Secondo la definizione di Burrough (1986) "il GIS è composto da una serie di strumenti software per acquisire, memorizzare, estrarre, trasformare e visualizzare dati spaziali dal mondo reale". Si tratta quindi di un sistema informatico in grado di produrre, gestire e analizzare dati spaziali associando a ciascun elemento geografico una o più descrizioni alfanumeriche. L'utilizzo di questi

sistemi territoriali è ormai sempre più diffuso grazie all'elevata possibilità di gestire grandi quantità di dati e di metterle in relazione tra loro con l'opportunità di utilizzare risorse open source o proprietarie.

L'uso di strumenti GIS è inoltre comprovato anche per la valutazione dell'accessibilità di un territorio, Snyder et al. (2008) considerando per esempio il crescente utilizzo dei quad per scopi ricreativi, hanno messo a punto un metodo per identificare l'idoneità dei sentieri al passaggio di questi veicoli correlando tra loro le preferenze di questo tipo di fruitori con i possibili impatti ambientali che si generano. Chiou et al. (2010) riconoscono l'importanza di strumenti GIS per la determinazione di percorsi ottimali nelle attività escursionistiche, valutandoli sulla base del tempo e del consumo energetico richiesto per la loro percorrenza.

Un altro ambito di ricerca in cui questi strumenti sono molto utilizzati per lo studio dell'accessibilità consiste nella valutazione del tempo di accesso alle strutture sanitarie (Cinnamon et al., 2008; Brabyn and Skelly, 2002; Schuurman et al., 2006). Anche nel settore forestale sono state evidenziate le validità di questi metodi (Pellegrini, 2012) e le funzionalità dei GIS sono già state oggetto di studio anche in merito al settore di soccorso e ricerca in ambiente naturale. Soprattutto in quest'ultimo contesto i sistemi GIS sono stati spesso considerati come strumento di supporto per la ricerca di persone scomparse aiutandone a definire la più probabile area di ritrovamento (Ciolli et al., 2006; Ferguson D., 2008; Lin and Goodrich, 2010).

Nel presente studio il modello che viene definito è principalmente uno strumento di utilità nella gestione del territorio identificando l'importanza di una rete di percorsi organizzata e gestita che garantisca un'adeguata accessibilità. In questi termini quindi si osserva la viabilità da un particolare punto di vista considerandola quale elemento necessario per garantire e favorire il passaggio dei mezzi di soccorso in un periodo storico in cui questa funzione sembra assumere maggiore interesse rispetto al passato.

Per la definizione dei tempi di accesso delle squadre di soccorso bisogna dapprima conoscere i percorsi che le squadre possono compiere, i veicoli con cui è possibile intervenire a terra e di conseguenza a quale velocità media possono progredire.

Per ottenere questo risultato si rende necessario elaborare una vasta tipologia di informazioni territoriali che se opportunamente relazionate tra loro possono generare nuove conoscenze. Si è quindi usato "Model Builder", in ArcGIS®10 (ESRI), che consente di creare procedure semiautomatiche di elaborazione simili a diagrammi di flusso. L'accessibilità viene valutata sulla base delle diverse modalità di progressione possibili in relazione alle caratteristiche dell'ambiente in cui le squadre intervengono.

Il modello analizza pertanto l'area di studio identificandone dapprima la rete viabile esistente e successivamente identificando le principali tipologie d'uso del suolo esistenti. In base a queste informazioni determina le diverse combinazioni possibili per poter accedere ad una determinata zona. Conoscendo le velocità medie permesse con le diverse modalità di accesso ne calcola successivamente i tempi.

Il modello GIS analizza il territorio in esame a partire dalla rete di strade primarie, ossia dai percorsi asfaltati dove si suppone possano arrivare personale e mezzi medici senza problemi. A partire da questa rete di strade si sviluppa un tipo di ambiente in cui il soccorso è di competenza di squadre addestrate per l'intervento in ambienti impervi. Gli spostamenti delle squadre dovranno

essere veloci e sicuri al tempo stesso per questa ragione, qualora possibile, viene privilegiata la rete viabile esistente. La rete di percorsi secondari può essere però percorsa in modi diversi in base alle condizioni di pendenza, larghezza, in base allo stato di manutenzione e all'accidentalità del fondo. Queste principali caratteristiche influenzano il passaggio delle squadre di soccorso permettendo loro di utilizzare veicoli motorizzati o obbligandole a proseguire a piedi. Laddove la rete di percorsi si interrompe o è necessario abbandonarla per raggiungere il luogo di intervento le squadre dovranno proseguire fuori sentiero con una velocità presumibilmente inferiore rispetto a quanto possibile lungo un percorso tracciato.

Per questa ragione il modello considera idealmente due aree di intervento in base alla modalità di accesso, ossia le aree raggiungibili esclusivamente a piedi e le aree raggiungibili mediante mezzi motorizzati. In quest'ultimo caso i tempi di accesso vengono calcolati a partire dalla rete di strade asfaltate che rappresentano pertanto i punti di partenza di un ipotetico intervento. Laddove le squadre dovranno abbandonare il veicolo in uso per dover proseguire a piedi inizia la seconda ipotetica area considerata dal modello, ossia quella in cui la modalità di progressione è necessariamente pedonale. I tempi di accesso per questa "zona" sono calcolati con le informazioni di velocità relative alla progressione su sentiero e fuori sentiero e il loro calcolo inizia a partire dal punto in cui le squadre hanno iniziato a proseguire a piedi. La zona che contraddistingue questo cambio assume quindi il significato di un nuovo punto di partenza, ossia il punto da cui è necessario per le squadre proseguire a piedi.

Il modello pertanto risponde in sequenza alle seguenti domande:

- fino a dove le squadre di soccorso possono progredire con mezzi motorizzati?
- quanto tempo impiegano a spostarsi con questi veicoli?
- a partire da dove sono obbligate a progredire a piedi ?
- quanto tempo impiegano spostandosi a piedi?
- dove devono abbandonare il sentiero o le strade secondarie per proseguire fuori sentiero?
- in che ambiente si muovono in questo caso? Bosco o prato?
- quanto tempo impiegano per spostarsi in questi ambienti?

Sommando tutte queste informazioni si riesce a determinare il grado di accessibilità di un'area per finalità di soccorso. Queste considerazioni generali rappresentano un insieme di funzioni che il modello applica in sequenza seguendo una struttura predefinita che può essere riassunta in cinque sezioni. Il modello prevede quindi una prima parte di dati input, una seconda parte per il calcolo delle pendenze dei tracciati, prosegue successivamente al calcolo delle tempistiche di accesso lungo la rete di percorsi secondari e ai tempi di accesso attraversando le zone fuori sentiero ed infine restituisce l'output dei risultati.

Gli input del modello sono:

- Modello Digitale del Terreno (DEM)
- viabilità secondaria (rete di strade e sentieri)
- carta d'uso del suolo e delle tipologie forestali
- modelli statistici di velocità per le squadre di intervento a piedi

- modelli statistici di velocità per le squadre di intervento con i veicoli (quad o FIAT Panda 4x4)

Il primo passo dell'analisi previsto dal modello consiste nel valutare la pendenza dei percorsi che rappresenta uno dei parametri più importanti da valutare per considerare le tipologie di veicolo in grado di transitare lungo la viabilità esistente. Le pendenze, infatti, possono essere un forte limite nell'avanzamento dei mezzi sia in termini di capacità tecniche del veicolo stesso, sia per problematiche legate alla sicurezza del personale coinvolto nonché delle persone soccorse e infine per la forte erosione e usura dei tracciati con conseguenti problemi di instabilità dei percorsi. Nel presente lavoro si è considerata una pendenza limite per la progressione motorizzata di 26° e di 45° per la progressione a piedi. Il modello pertanto esclude tutte le celle *raster* con pendenze più elevate di questi valori. Questa prima parte del modello lavora all'interno di un'area buffer ritagliata lungo la rete di percorsi secondari (strade silvo-pastorali e sentieri) che serve per poter successivamente estrarre le informazioni del DEM solo nell'intorno della viabilità (strumento: *extract by mask*). La possibilità di lavorare all'interno di un'area limitata permette di ridurre notevolmente i tempi di elaborazione in quanto il modello gestisce in questo modo una minore quantità di dati. Il calcolo della pendenza dei percorsi avviene per tratti omogenei degli stessi. Ciascuna tratta è definita ogni 25 m di dislivello, pertanto la viabilità viene suddivisa in corrispondenza di ogni punto di intersezione dei percorsi con le linee di livello opportunamente estratte dal DEM. Ogni tratta è quindi caratterizzata da un punto iniziale e un punto finale per i quali è possibile estrarre le relative quote e calcolare la pendenza. Diversa è invece l'applicazione per le zone fuori sentiero dove per definire la pendenza dei versanti si utilizza l'apposita funzione GIS (*Slope*).

Ottenute queste informazioni in formato *raster* il modello passa a determinare i tempi di accesso utilizzando le equazioni di velocità risultate dalle elaborazioni statistiche. La velocità dipende dalla modalità di accesso (motorizzata, a piedi su sentiero o a piedi fuori sentiero) pertanto il modello effettua prima una selezione dei tracciati identificandoli in base alla modalità di percorrenza che permettono distinguendo quindi quelli percorribili con veicoli da quelli percorribili solo a piedi mentre per le zone fuori sentiero, essendo la velocità dipendente anche dalla tipologia d'uso del suolo, identifica le aree boscate e le zone prative. Con questa chiara distinzione il modello applica ad ogni tipologia di ambiente e tracciato la relativa funzione di velocità. Per la valutazione delle categorie d'uso del suolo si è utilizzato lo *shapefile* acquisito dalla Unità di Progetto Foreste e Parchi della Regione del Veneto, che integra le categorie di uso del suolo della carta Corine con quelle delle tipologie forestali, riclassificandolo sulla base delle necessità del modello.

Nel presente lavoro le categorie di uso del suolo sono state sintetizzate in tre categorie identificate dai seguenti codici:

- 0: aree a tessuto urbano, arbusteti, rocce, ghiaioni e corpi d'acqua;
- 1: prati/pascoli, colture erbacee di pianura e colture arboree di pianura (vigneti, frutteti, uliveti...);
- 2: boschi di conifere e/o latifoglie.

Una volta definite le velocità per ciascuna area fuori sentiero e per la viabilità minore le informazioni vengono trasferite in formato *raster*, dove ad ogni cella corrisponde il relativo valore di velocità che rappresenta la velocità di attraversamento della cella stessa. Successivamente il

modello calcola le tempistiche di accesso attraverso la funzione *Path Distance*. L’algoritmo su cui si basa questo strumento si fonda sulla teoria dei grafi per cui il centro di ogni cella del *raster* viene considerato come un nodo collegato tramite grafi alle altre celle. In questo modo ad ogni grafo viene associata un’impedenza che nel nostro caso corrisponde alla velocità di attraversamento della cella stessa. I tempi di accesso saranno calcolati in base alla distanza da percorrere. Questa distanza viene calcolata a partire dalla viabilità primaria più prossima.

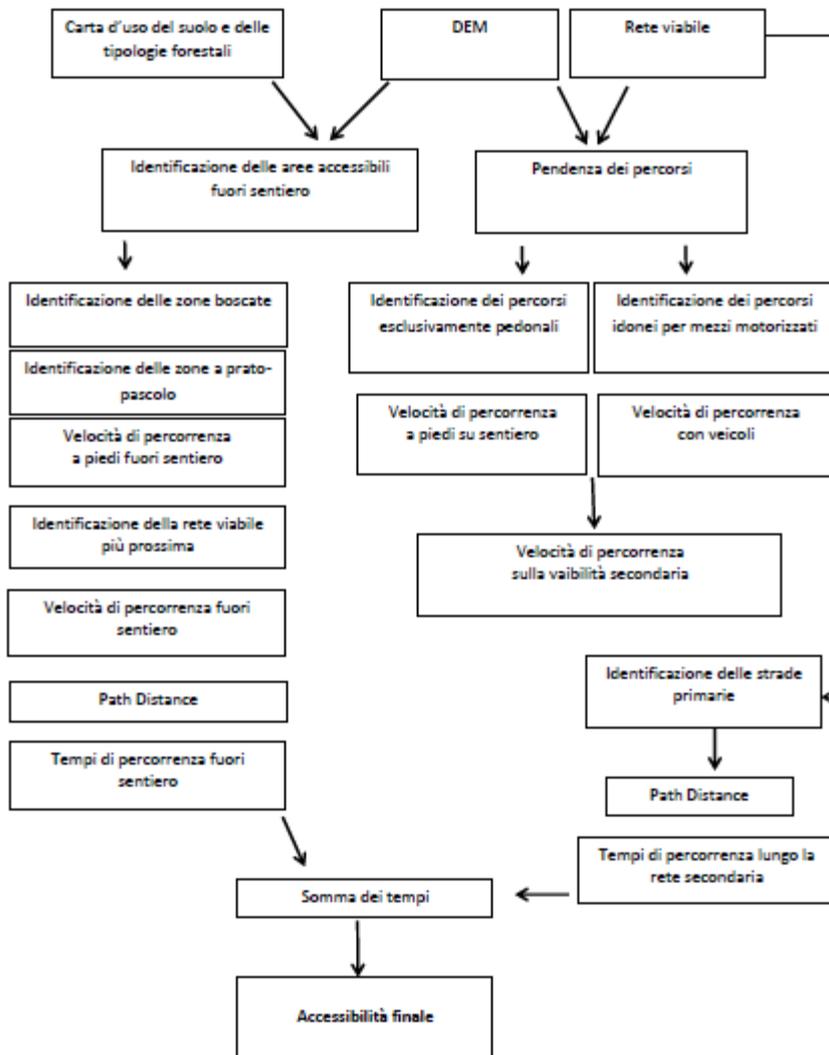


Figura 27: schema logico della struttura del modello GIS

### **3. RISULTATI E DISCUSSIONE**

#### **3.1. RETE SECONDARIA**

La rete secondaria dell'area di studio include la viabilità silvo-pastorale e multifunzione a fondo non asfaltato e la rete sentieristica esistente. Particolare attenzione è stata posta in particolare a quest'ultima parte della rete viabile poiché non si avevano informazioni dettagliate sulle relative caratteristiche. La viabilità di servizio, infatti, era stata precedentemente studiata e analizzata per la creazione del database della viabilità forestale della Regione in cui la rete sentieristica è stata catalogata come "non classificata". La valutazione di questa rete ha previsto una prima fase di identificazione a video della rete sentieristica tramite estrazione di tutti i percorsi riportati nella Carta Tecnica Regionale e successivo confronto con le carte turistiche della zona. In questo modo si è digitalizzata l'intera rete sentieristica di cui si ha certezza della reale presenza e gestione. Il principale ente operativo in questa zona per la gestione dei sentieri è il Club Alpino Italiano nelle sue numerose sezioni che già da decenni ormai, visto il crescente interesse per l'escursionismo, ha istituito il Catasto Sentieri che segue regole di catalogazione e gestione della rete sentieristica ben precise. In quest'area di studio il CAI gestisce soprattutto la rete più prettamente alti montana-alpina conferendo in questo modo a questa parte del territorio una situazione gestionale univoca, ben organizzata e sicura in cui la segnaletica dei percorsi riporta principalmente le informazioni relative alla direzione di cammino, al tempo necessario per il raggiungimento della meta e al grado di difficoltà del percorso. Da questo punto di vista le modalità del CAI per l'indicazione della difficoltà sono le seguenti:

Turistico (T): itinerario di ambito locale su carrarecce, mulattiere o evidenti sentieri. Si sviluppa nelle immediate vicinanze di paesi, località turistiche, vie di comunicazione e riveste particolare interesse per passeggiate facili di tipo culturale o turistico-ricreativo

Escursionistico (E): sentiero privo di difficoltà tecniche che corrisponde in gran parte a mulattiere realizzate per scopi agro-silvo-pastorali, militari o a sentieri di accesso a rifugi o di collegamento fra valli.

Escursionisti Esperti (EE): sentiero che si sviluppa in zone impervie con passaggi che richiedono all'escursionista una buona conoscenza della montagna, tecnica di base e un equipaggiamento adeguato. Corrisponde generalmente a un itinerario di traversata nella montagna medio alta e può presentare dei tratti attrezzati.

Escursionisti Esperti attrezzati (EEA): itinerario che conduce l'alpinista su pareti rocciose o su aeree creste e cenge, preventivamente attrezzate con funi e/o scale senza le quali il procedere costituirebbe una vera e propria arrampicata. Richiede adeguata preparazione ed attrezzatura quale casco, imbrago e dissipatore.

Altrettanto articolata è la serie di percorsi idealmente riconducibili al piano collinare la cui gestione è invece opera di numerose altre associazioni che a vario titolo, stipulando delle convenzioni con la Comunità Montana locale, si occupano della manutenzione ordinaria. Questi percorsi sono registrati su carte tecniche in formato cartaceo presso la sede della Comunità

Montana dove non esiste alcun catasto in quanto mancano le garanzie per una continuità gestionale poiché la manutenzione di questi percorsi è vincolata alla disponibilità e alla volontà delle singole associazioni che ne assumono la responsabilità per la durata della convenzione. La gestione dell'intera rete sentieristica è quindi fortemente diversificata in relazione all'ente gestore e mentre la situazione del piano altimontano, principalmente gestita dal CAI, è chiara e sicura la situazione riscontrabile nel piano collinare, basso-montano non è sempre tale. La rete di percorsi finora non classificati si estende per una lunghezza di circa 375.3 km che dopo l'indagine compiuta si struttura in 83.53 km di percorsi sentieristici e in 291.8 km di percorsi non meglio classificati. Questi ultimi sono tracce presenti in CTR a cui non corrisponde un ente gestore e di cui non si ha pertanto certezza sulla reale praticabilità. Molti rappresentano percorsi di proprietà privata per l'accesso ai fondi e sono attualmente in uso, mentre altri sono percorsi ormai scomparsi di cui a fatica si riscontra traccia nel territorio. Certa è invece la gestione dei circa 83 km di rete sentieristica le cui caratteristiche sono però notevolmente diverse sia per la varietà di ambienti in cui si sviluppa, sia per le modalità con cui viene gestita. La campagna di rilievi condotta in alcune aree di saggio rappresentative dell'area di studio miravano, infatti, a valutare lo stato dei sentieri e l'eventuale idoneità ad essere percorsi con veicoli quad. Questi rilievi si sono resi necessari essendo l'unico strumento possibile per indagarne le caratteristiche. L'altra risorsa utile poteva essere il catasto dei sentieri gestiti dal CAI di cui però non si è potuto disporre. Sono quindi stati percorsi a piedi 91.24 km lungo la viabilità secondaria geo referenziandoli tramite GPS. La rete sentieristica inclusa in queste aree di saggio è gestita da enti diversi e include solo le categorie escursionistiche e turistiche poiché considerate le uniche potenzialmente adatte ad essere percorse con veicoli. Queste informazioni sono state catalogate come shp-file e hanno contribuito alla definizione dei percorsi idonei alla percorrenza di veicoli quad.

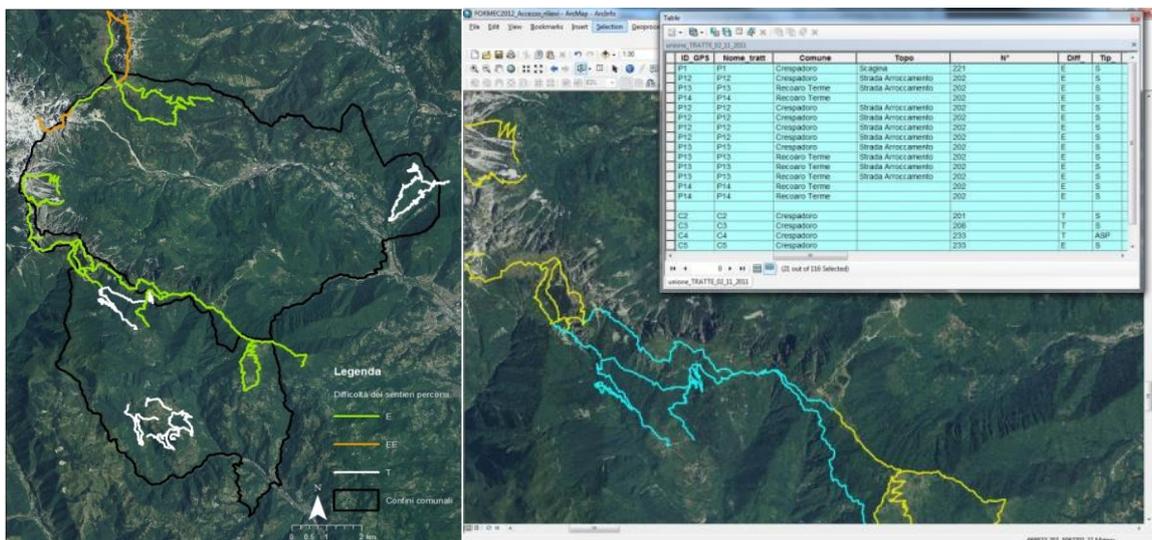


Figura 28: sentieri percorsi per la valutazione della rete sentieristica

Gli obiettivi iniziali del progetto di ricerca erano parzialmente diversi rispetto a quelli finora definiti ed è per questa ragione che in questa prima parte di rilievi le valutazioni della viabilità secondaria hanno considerato caratteristiche che in relazione a quanto precedentemente descritto non sembrano influenti. E' il caso per esempio della descrizione dei punti di interesse turistico. Al contempo l'analisi dei tracciati percorsi avrebbe potuto essere maggiormente finalizzata ad

identificare le caratteristiche limitanti il passaggio di veicoli e in particolare dei quad lungo la viabilità secondaria per una classificazione dei tracciati realmente percorribili con questi veicoli.

Tuttavia i rilievi svolti, uniti alla personale conoscenza dell'area e alla collaborazione con le squadre di soccorso alpino locali hanno comunque permesso di definire una prima classificazione dei percorsi secondari idonei alla percorrenza con quad e quindi rientranti nella nuova classe definita dal codice 5. Questa categorizzazione è comunque da considerarsi finalizzata esclusivamente al presente studio poiché manca di un reale censimento dei percorsi adatti a questa percorrenza. Per scopi pratici dovrebbe essere meglio dettagliata e definita in un più ampio quadro di classificazione della viabilità secondaria secondo i molteplici aspetti funzionali che questa riveste.

L'area di studio presenta inoltre numerosi percorsi che originariamente erano vere e proprie rotabili o carrarecce, vie di interesse storico, come antiche strade di valico o percorsi costruiti per scopi bellici. Queste strade che oggi hanno perso la loro funzione sono oramai ridotte a tracciati percorribili solo a piedi o in mountain-bike e solo per alcuni tratti è riconoscibile l'originale larghezza o struttura della carreggiata. In un'ottica di gestione della rete sentieristica ai fini di intervento motorizzato questi percorsi potrebbero essere rivalutati. In questo studio, infatti, è la rete di sentieri che assume maggiore significato e importanza nel contesto della viabilità secondaria poiché è la gestione di questi percorsi che potrebbe favorire un ampliamento dell'accessibilità valutandone la possibilità di essere percorsi con piccoli veicoli.

La rete sentieristica è, infatti, attualmente gestita per finalità turistiche e principalmente per il passaggio pedonale pertanto le condizioni di questi percorsi sono notevolmente diverse dal resto della viabilità secondaria ma non sempre la loro struttura e le loro caratteristiche sono tali da impedire il passaggio di piccoli mezzi motorizzati.

La viabilità quindi, così come definita in questo studio è così descritta:

Tabella 8: classificazione della viabilità secondaria

Tipologia di percorsi	Tipo fondo	Classe di percorribilità	Categoria	Lunghezza (km)	Accessibilità
Viabilità principale	Asfaltato	1-2	C e MF	164.2	Tutti i veicoli
		3-4	MF e FOR	167.59	Auto e quad 4x4
		5	MF e FOR	23.88	Quad 4x4
Viabilità secondaria	Non asfaltato	5	S	21.48	Quad 4x4
		0	S	82.67	Esclusivamente pedonale
		6	NC	291.8	Non nota
Non nota	Non noto				

### 3.2. INTERVENTI DI SOCCORSO

Questo capitolo presenta i risultati derivanti dall'analisi dei report del soccorso alpino considerando dapprima il database complessivo formato dalle tre stazioni considerate e passando successivamente a valutare le differenze esistenti tra le due diverse macro-aree: "Altopiano dei Sette Comuni" e "Piccole Dolomiti-Pasubio". Come precedentemente anticipato, si tratta di due zone notevolmente diverse tra loro in termini di orografia e che pertanto presentano differenti probabilità di rischio e di conseguenza diverse dinamiche di incidente per cui si è considerato interessante metterle a confronto.

Nel ventennio valutato, 1992-2012, si sono registrati totalmente 929 interventi e sono state soccorse 967 persone, questi valori rappresentano il totale di interventi di soccorso, ricerca e di protezione civile ripartiti come segue:

Tipologia di intervento	Numero di interventi	Percentuale di interventi
Protezione civile	94	10%
Soccorso/ricerca in ambiente impervio	835	90%

Gli interventi di protezione civile consistono in attività di monitoraggio di alcune frane presenti, supporto a persone anziane isolate per copiose nevicate o altri eventi calamitosi e servizi di soccorso e/o prevenzione a raduni. Considerato pertanto che queste tipologie di interventi non sono direttamente collegate ad incidenti in montagna, ai fini del presente lavoro si è pensato utile escludere dalle successive analisi il conteggio degli interventi fatti con finalità di protezione civile. Conseguentemente si è ottenuto un database costituito da 835 interventi e 942 persone soccorse.

L'età delle persone coinvolte ha una distribuzione bimodale con due picchi in corrispondenza delle classi 25-35 e 45-55 anni. Le classi più rappresentate sono quindi classi di età intermedie. Sarebbe interessante studiare la distribuzione turistica della zona per poter avere più informazioni in merito alla reale frequentazione turistica. Per quanto riguarda l'età media delle persone si potrebbe, infatti, supporre che le due classi più rappresentate nei report del soccorso alpino siano quelle effettivamente più distribuite. Tuttavia non conoscendo la reale distribuzione turistica della zona, questa relazione può essere solo dedotta, ciononostante sembra che l'alta incidenza di infortuni nelle classi 25-35 e 45-55 anni sia dovuta anche al tipo di attività praticata. Pertanto esaminando la distribuzione delle fasce di età per tipologia di attività si può notare che nelle classi sopra citate le attività alpinistiche, che sono tra le attività più rischiose, sono maggiormente influenti rispetto alle altre classi di età.

Degna di nota è anche la numerosità delle persone soccorse con più di 55 anni che è probabilmente da imputare alla maggiore probabilità di incorrere in eventi traumatici. Tuttavia è sicuramente influente anche l'incremento di persone che queste due classi di età (55-65 e >65) hanno avuto negli ultimi venti anni.

Attualmente le persone con più di 55 anni mediamente assistite per infortuni in montagna sono circa quindici ogni anno mentre agli inizi degli anni '90 del secolo scorso la frequenza media era inferiore alla decina.

Questo aumento rispetto al passato potrebbe essere un indice del cambiamento nella percezione della montagna che rispetto al passato è sempre più considerata meta turistica e sede di svago e dove l'età media dei turisti sta aumentando proprio in virtù di questo "nuovo" ruolo. Le

informazioni sulle età delle persone soccorse mancavano nel 12% dei casi, ciononostante si può definire che l'età media è aumentata passando da 37 a 45 anni.

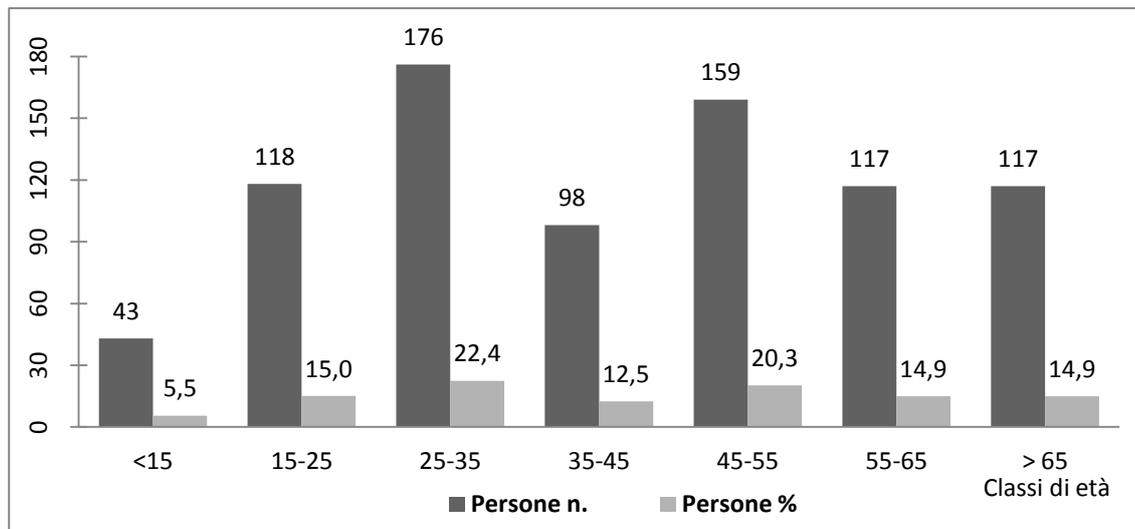


Figura 29: numerosità delle persone soccorse suddivisa in classi di età

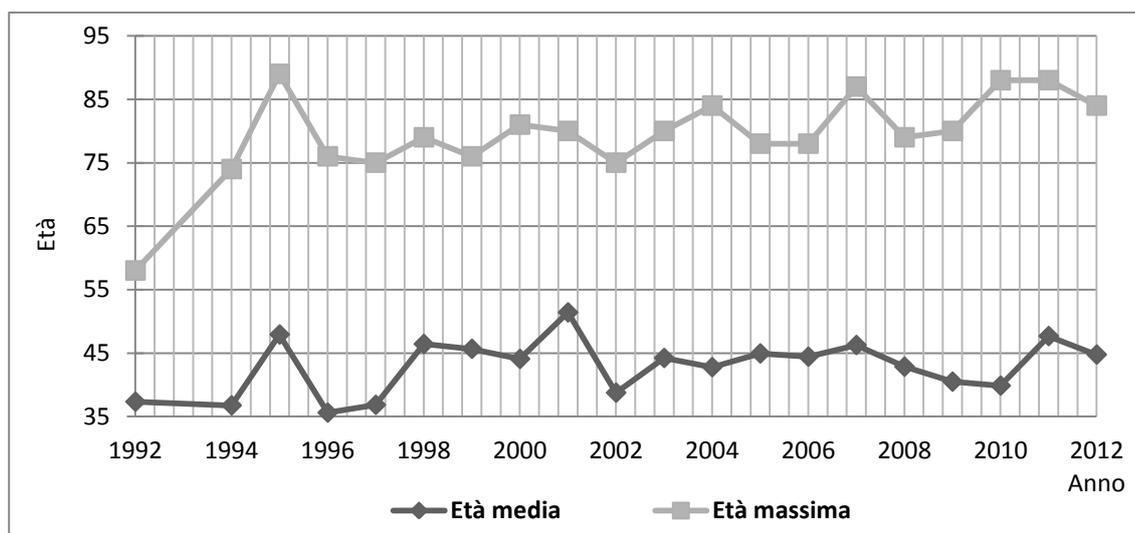


Figura 30: andamento nel tempo dell'età media e massima delle persone soccorse

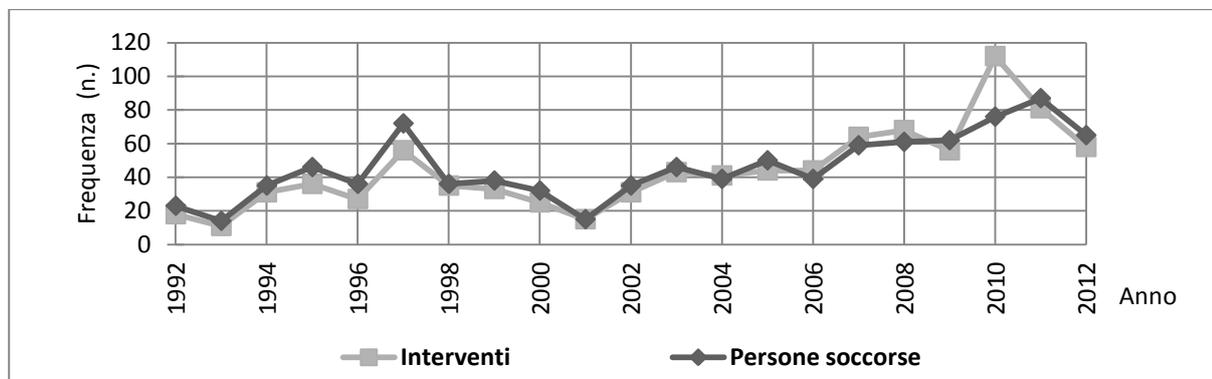


Figura 31: numerosità degli interventi e delle persone soccorse nel corso degli anni

Anche il numero di persone soccorse nel corso del periodo analizzato è aumentato (Figura 31) come dimostrano anche i test T con cui si sono confrontati i due decenni (1992-2001; 2002-2012).

Lo stesso andamento è stato riscontrato anche per gli interventi svolti. Di seguito si riportano i risultati di entrambe le elaborazioni.

Tabella 9: risultati dei test T per il confronto delle persone soccorse e degli interventi del CNSAS nei due decenni

```

T-test: interventi nei due decenni

Periodo          N   Mean  StDev  SE Mean
1:1992-2001      10  27.7   12.4   3.9
2:2002-2012     11  50.8   14.8   4.5

Difference = mu (1) - mu (2)
Estimate for difference:  -23.1182
95% CI for difference:  (-35.6533; -10.5831)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -3.86  P-Value = 0.001  DF = 19
Both use Pooled StDev = 13.7070
    
```

```

T-test: persone soccorse nei due decenni

Periodo          N   Mean  StDev  SE Mean
1:1992-2001      10  33.1   15.9   5.0
2:2002-2012     11  55.5   17.1   5.1

Difference = mu (1) - mu (2)
Estimate for difference:  -22.4455
95% CI for difference:  (-37.5449; -7.3460)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -3.11  P-Value = 0.006  DF = 19
Both use Pooled StDev = 16.5110
    
```

Da questi risultati emerge come le squadre di soccorso alpino, siano state chiamate a intervenire sempre più spesso, ma se si considera l'aumentata fruizione turistica delle zone rurali o montane in questi ultimi anni (Tempesta e Thiene, 2002; Knight and Gutzwiller, 1995; Lathrop, 2002; Heggie and Heggie, 2004; Yang and Wang, 2004; Yarwood, 2012) questa tendenza è prevedibile poiché all'aumentare del numero di persone aumenta anche la probabilità che si verifichino incidenti o situazioni pericolose. Tuttavia nei rapporti informativi degli interventi di soccorso molti eventi possono essere interpretati come una mancanza di attenzione verso i pericoli tipici di questo tipo di ambiente. Sembra, infatti, che all'aumentato interesse per le attività *outdoor* non sia corrisposta negli anni una maggior conoscenza e consapevolezza dei rischi che la frequentazione della montagna comporta. A conferma di queste considerazioni può essere sottolineato l'elevato numero di persone illese che hanno chiesto l'intervento del CNSAS. La Tabella 10 evidenzia, infatti, come meno della metà (39.17%) delle persone sia stata recuperata effettivamente ferita e la maggior parte fosse invece illesa. Inoltre il confronto dello stato di salute tra le persone soccorse nel primo e nel secondo decennio (test non parametrico di Wilcoxon Mann Witney) dimostra un significativo aumento dei feriti e degli illesi (Tabella 11).

Tabella 10: stato di salute delle persone soccorse

Stato di salute	Persone (n.)	Persone (%)
Illese	394	41,83
Ferite	369	39,17
Decedute	82	8,7
Malore/dolore	68	7,22
Non pervenuto	29	3,08

Tabella 11: risultati dei test Mann-Whitney sullo stato di salute delle persone soccorse

	Mediana		W	P-value
	1992-2001	2002-2012		
Ferite	13,5	23	76	0,018
Illese	12,5	23	77,5	0,02
Decedute	4	4	117	0,6472
Malore/dolore	3	4	90,5	0,79

L'aumento del numero di feriti potrebbe essere valutato come la normale conseguenza dovuta alla maggiore affluenza turistica odierna che comportando una maggiore frequentazione degli ambienti montani porta a una maggiore probabilità di situazioni di rischio e pertanto di incidenti. Ciò che però fa riflettere è il significativo aumento di persone recuperate illese, ossia senza alcun trauma, che lascia pensare ad una certa superficialità nell'affrontare le attività *outdoor* o ad una facile propensione a chiedere aiuto evitando di rischiare di incorrere in maggiori pericoli.

Per meglio capire queste dinamiche si sono quindi analizzate le cause che hanno indotto le persone a richiedere l'intervento e le attività praticate al momento della richiesta.

Tabella 12: attività praticate al momento della richiesta di intervento

Attività	Person. n.	%	Interventi n.	%
Escursionismo	453	48.1	376	46.0
Alpinismo	162	17.2	121	14.8
Sci (tot)	75	8.0	72	8.8
<i>Scialpinismo</i>	20	2.3	19	2.1
Altro	54	5.7	55	6.7
Non specificato	45	4.8	62	7.6
Raccolta prodotti non legnosi	33	3.5	30	3.7
Incidenti auto-moto	30	3.2	22	2.7
Attività aeree	27	2.9	20	2.4
MTB	20	2.1	19	2.3
Lavoro	19	2.0	18	2.2
Turismo	18	1.9	17	2.1
Caccia	6	0.6	6	0.7

L'attività più popolare è risultata essere l'escursionismo, in cui era coinvolto il 48% delle persone soccorse, a cui segue l'alpinismo (17% delle persone) in cui le persone erano principalmente coinvolte in arrampicata e secondariamente nella risalita di vie-ferrate e cascate di ghiaccio. Lo sci sembra essere la terza attività più rischiosa; tuttavia si deve precisare che gran parte degli incidenti sono avvenuti nella pratica dello sci alpino per la quale l'intervento del CNSAS è richiesto solo nell'area della Stazione di "Valdagno-Recoaro". Nelle altre zone gli incidenti che avvengono nella pratica dello sci su pista (sci alpino e sci di fondo) sono di competenza del Corpo Forestale dello Stato, Carabinieri o Guardia di Finanza. L'unica attività sciistica di competenza di tutte e tre le stazioni esaminate è lo scialpinismo. Si vuole comunque sottolineare per quanto riguarda lo sci alpino che le piste in cui viene praticato sono in un'area accorpata e hanno un'estensione complessiva di 9 km con un livello di difficoltà medio/facile e sono servite da due seggiovie e una sciovia. Considerando pertanto che quasi tutti gli sciatori soccorsi stavano praticando questa disciplina si deduce che gran parte di questi incidenti sono avvenuti su queste poche piste e ciò porterebbe a considerare questo sport come un'attività ad alto rischio. Tuttavia non avendo consultato i rapporti degli interventi delle altre forze dell'ordine competenti per territorio, non è possibile fare ulteriori considerazioni in merito.



Figura 32: piste per lo sci alpino nell'unica area il cui intervento per questa attività è di competenza del CNSAS

L'alpinismo e l'escursionismo rappresentano le due attività più praticate nell'area in esame e di conseguenza sono le più coinvolte in incidenti tuttavia le loro forti differenze conducono a eventi diversi.

L'escursionismo può essere considerato come una forma di attività motoria basata sul camminare, che interessa principalmente la fascia di media altitudine della montagna. L'alpinismo invece rappresenta un livello di difficoltà superiore poiché prevede la salita di una montagna su terreni impervi quali roccia, neve, ghiaccio o percorsi misti. Questo implica la conoscenza e l'applicazione di una serie di tecniche di arrampicata e il superamento delle difficoltà poste dall'ascensione. Queste difficoltà sono legate agli ostacoli del terreno o all'ambiente stesso, in periodo estivo (a quote non elevate) per esempio le difficoltà sono principalmente dovute al superamento di pareti di roccia applicando le tecniche più proprie dell'arrampicata libera. In inverno le basse temperature e la presenza di neve e ghiaccio aumentano le difficoltà e diventa necessaria la conoscenza più approfondita di tecniche di progressione su neve e arrampicata su ghiaccio. Oltre ai rischi relativi all'ambiente montano, il pericolo principale in ambito alpinistico è quello di caduta che può essere dovuto ad imperizia dell'alpinista o a cause accidentali quali cadute di roccia o ghiaccio, fulmini etc. L'alpinismo rappresenta quindi un insieme di attività molto più rischiose dell'escursionismo e ciò è confermato anche dalle statistiche che dimostrano un numero superiore di feriti e di decessi in attività alpinistica piuttosto che in escursionismo (Figura 33). Ciononostante si ponga attenzione anche alle differenze tra gli interventi per persone illese e colte da malore riscontrabili nelle due attività. In escursionismo, infatti, vi è una forte incidenza di persone

recuperate illese o colte da malore rispetto all'alpinismo dove invece gli eventi dimostrano una maggiore gravità. Sembra pertanto che gli escursionisti tendano maggiormente a sottovalutare lo sforzo fisico o i rischi relativi all'ambiente rispetto agli alpinisti, trovandosi quindi più spesso in situazioni che non sono in grado di affrontare. Pertanto la grande maggioranza degli eventi di soccorso a carico dell'escursionismo non dipende solo dal maggior numero di persone che vi si dedica ma piuttosto alla diversa preparazione e conoscenza con cui si approcciano alla montagna rispetto ad altre categorie di utenti.

Le stesse considerazioni possono essere desunte anche dall'analisi delle cause (Tabella 13).

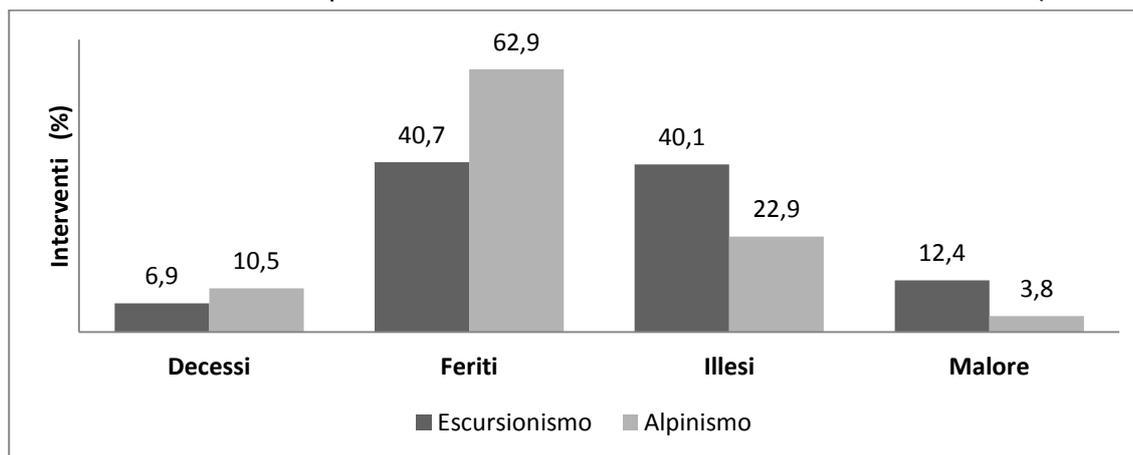


Figura 33: confronto tra gli interventi raggruppati per lo stato di salute in attività alpinistica ed escursionistica. La Percentuale è calcolata sul totale degli interventi per ciascuna delle attività

Tabella 13: percentuale di interventi di soccorso in alpinismo ed escursionismo suddivise per causa

Causa	Escursionismo Interventi (%)	Causa	Alpinismo Interventi (%)
Cadute e scivolate	39.8	Cadute e scivolate	54.3
Perdita di orientamento	24.5	Caduta sassi	12.6
Malore	18.0	Cedimento appiglio	11.8
Incapacità	5.4	Incapacità	9.4
Altro	3.5	Malore	3.1
Maltempo	2.2	Maltempo	3.1
Caduta sassi	1.3	Perdita di orientamento	3.1
NP	1.3	Valanga	1.6
Sfinimento	1.3	Sfinimento	0.8
Ritardo	1.1	Altro	0.0
Animali-insetti	0.5	Animali-insetti	0.0
Crollo	0.3	Crollo	0.0
Incidente auto	0.3	Incidente auto	0.0
Supporto veterinario	0.3	NP	0.0
Valanga	0.3	Ritardo	0.0
Cedimento appiglio	0.0	Supporto veterinario	0.0

Le principali cause di incidente sono direttamente imputabili a disattenzioni delle persone coinvolte, tra cui dominano i casi dovuti a cadute o scivolate a cui seguono gli interventi per il recupero di persone disperse. Il malore è la terza causa più diffusa avendo interessato l'11% dei casi di soccorso. Oltre a queste tre principali categorie ve ne sono numerose altre meno diffuse che sono state genericamente raggruppate in Figura 34 sotto la voce "Altro".

Osservando l'evoluzione nel tempo degli interventi svolti per le tre maggiori cause di incidente si può osservare un notevole aumento della loro frequenza in particolare per quanto riguarda gli interventi per persone cadute o scivolate (Figura 36).

Risultati simili sono stati ottenuti anche da studi condotti in regioni limitrofe, per esempio in provincia di Trento uno studio di Thiene e Tempesta (1999) identificava come causa primaria la scivolata cui faceva seguito il malore che comportava il 13% degli interventi di soccorso. Meno influente rispetto all'area in esame era la perdita di orientamento che comunque interessava il 10.4% dei casi. Anche Heggie e Amudson (2009) in uno studio sugli interventi di soccorso nei parchi statunitensi, hanno evidenziato l'escursionismo e l'alpinismo tra le principali attività montane coinvolte, identificando tra le maggiori cause di incidente: errori di valutazione, affaticamento, uso di equipaggiamento non idoneo e scarsa esperienza delle persone coinvolte. In questo studio le cadute rappresentano l'8% delle cause di intervento.

I confronti a livello internazionale devono essere tuttavia considerati con cautela in quanto la catalogazione dei dati da parte delle organizzazioni di soccorso manca di uniformità tra i vari paesi, come è stato sottolineato anche in altri contesti (Lischke et al., 2001).

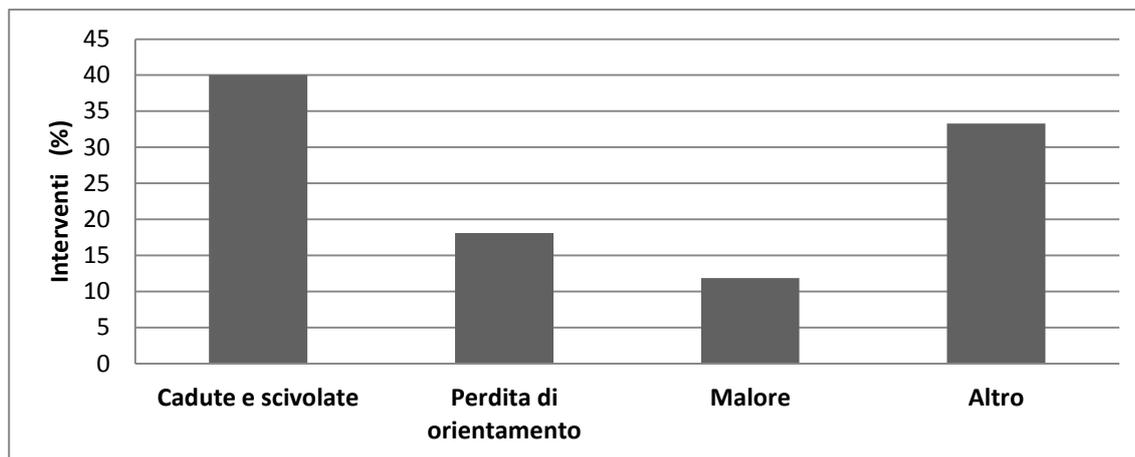


Figura 34: percentuale di interventi svolti suddivisi per le principali cause di incidente

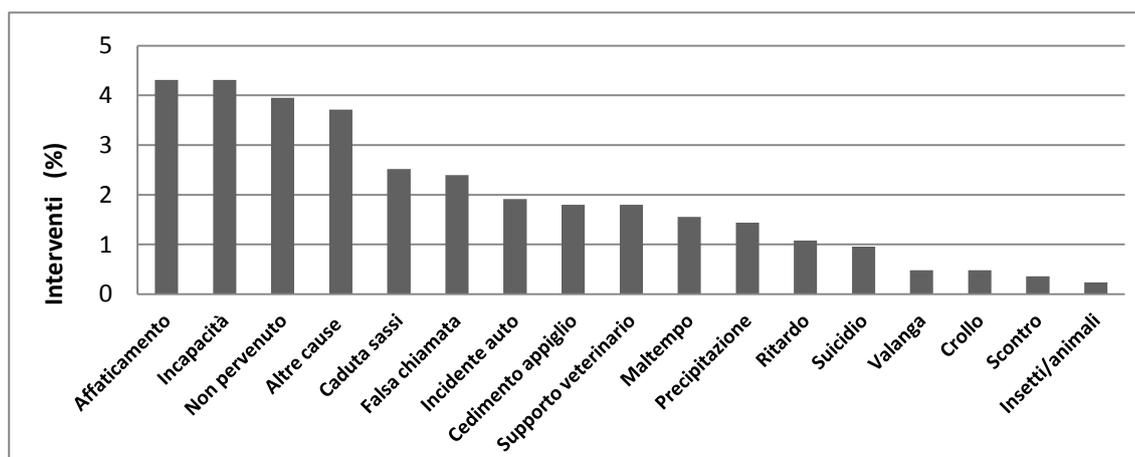


Figura 35: percentuale di interventi svolti suddivisi per le cause di incidente secondarie (corrispondenti alla voce "Altro" della precedente figura)

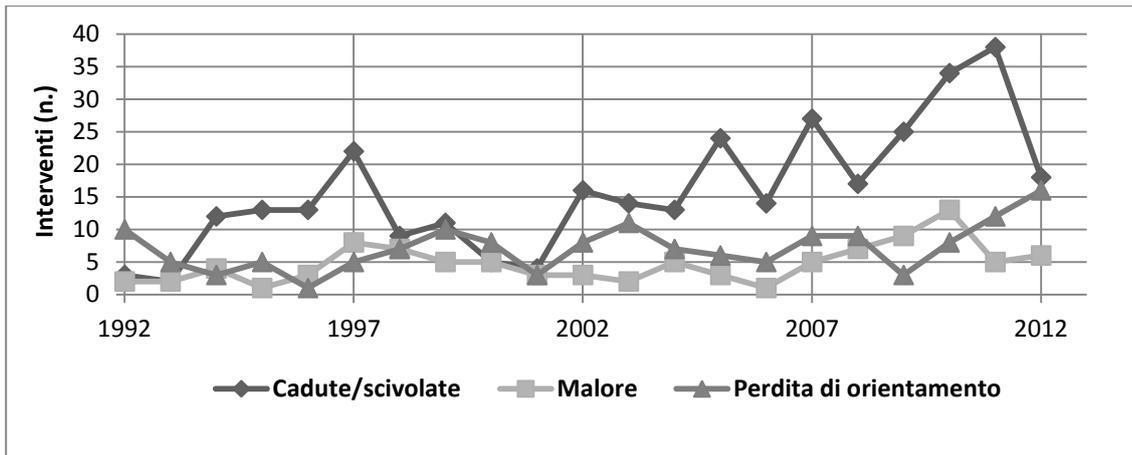


Figura 36: andamento nel tempo degli interventi per le tre principali cause di incidente

Le cadute e scivolate rappresentano quindi la prima causa di incidente che nella maggior parte dei casi (77.6%) ha provocato ferimenti dovuti a fratture e lesioni e nel 36% dei casi ha condotto al decesso. Un'altra causa significativamente influente sui decessi è il malore che colpisce principalmente gli escursionisti ed è dovuto soprattutto a cause internistiche. Lascia invece perplessi il terzo fattore di decesso che è equamente rappresentato da due cause notevolmente diverse tra loro che sono la precipitazione e il suicidio. I casi di suicidio in cui è intervenuto il CNSAS negli ultimi vent'anni sono complessivamente sette di cui sei sono terminati con effettivo decesso e nel loro insieme rappresentano l'8% delle cause di morte in montagna. La precipitazione viene invece intesa come caduta nel vuoto, tipica delle attività aeree quali incidenti aerei, parapendio e deltaplano. Non sono stati registrati casi di decesso per la perdita di appiglio, tipico incidente riscontrabile in attività alpinistica e che ha invece comportato principalmente casi di ferimento, al contrario di quanto rilevato in provincia di Trento (Thiene e Tempesta, 1999) dove questa causa rappresentava il 12.6% dei decessi.

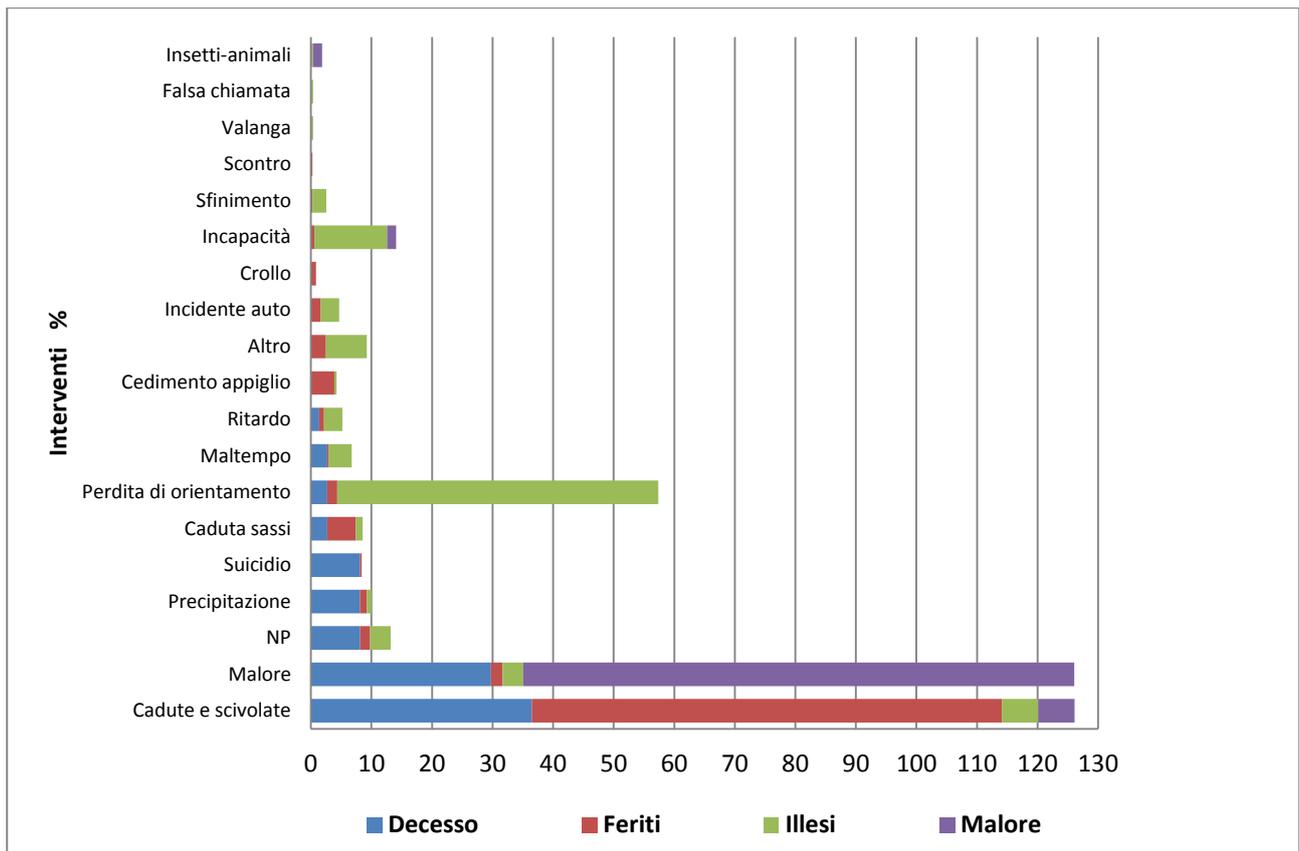


Figura 37: cause di intervento suddivise per stato di salute

E' interessante osservare nella Figura 37 che più della metà degli interventi fatti nel recupero di persone illese è dovuto a perdita di orientamento. Questo fatto sottolinea la mancanza di una adeguata preparazione all'attività intrapresa da parte delle persone soccorse e una scarsa conoscenza dell'ambiente che viene affrontato. Spesso le persone non conoscono il percorso intrapreso e sono prive di bussola o mappa. Molti sono escursionisti che hanno perso la traccia del sentiero o il gruppo di persone con cui camminavano, mentre nel 12% dei casi le persone erano in difficoltà per incapacità a proseguire autonomamente in quanto prive di adeguata attrezzatura o delle adeguate capacità tecniche per il percorso in cui sono state trovate.

Tra le persone recuperate per incapacità la maggior parte era impegnata in escursioni, tuttavia il 34% degli interventi di questo genere è stato compiuto per recuperare persone coinvolte in percorsi di difficoltà alpinistica (e pertanto catalogati come alpinisti). Lo stesso CNSAS (2012a) afferma che a livello nazionale la maggioranza degli incidenti in montagna è generata da superficialità e incapacità di valutazione dei rischi, in particolar modo in situazioni riconducibili all'escursionismo non impegnativo.

Le persone assistite dal soccorso alpino sono soggette ad una prima diagnosi medica da parte del medico della squadra di intervento. Pertanto nelle Tabelle 14 e 15 si riportano le diagnosi per le persone ferite e illese. Tra quest'ultime si osservi come la diagnosi si diversifichi in tre categorie tra cui risulta preponderante la classe di persone effettivamente prive di problemi. Si tratta principalmente di persone disperse o impossibilitate a proseguire per incapacità o paura che però sono state ritrovate in buona salute. Il termine "illeso" è stato inoltre utilizzato anche per persone

che pur non presentando alcun traumatismo o malore hanno dato segno di qualche squilibrio per intenso affaticamento fisico o per patologie psichiche.

Tabella 14: diagnosi delle persone illese

<b>DIAGNOSI PER "ILLESI"</b>		
<b>Diagnosi</b>	<b>Persone (n.)</b>	<b>Persone (%)</b>
<b>Illeso</b>	363	92.1
<b>Cause psichiatriche</b>	17	4.3
<b>Affaticamento</b>	12	3.0

Le persone soccorse ferite sono principalmente fratturate o soggette a lesioni mentre nel 24% dei casi sono stati diagnosticati traumi e politraumi, entrambe le situazioni sono preponderanti tra gli alpinisti. Le persone affaticate sembrano invece essere soccorse principalmente illese anziché ferite il che indica una buona tempestività nell'allertamento dei soccorsi evitando un peggioramento della situazione.

Tabella 15: diagnosi tra le persone ferite o colte da malore

<b>DIAGNOSI PER "FERITI O COLTI DA MALORE"</b>		
<b>Diagnosi</b>	<b>Persone (n.)</b>	<b>Persone (%)</b>
<b>Fratture e lesioni</b>	131	30.0
<b>Traumi e Politraumi</b>	104	23.8
<b>Distorsioni e lussazioni</b>	56	12.8
<b>Ferite e contusioni</b>	46	10.5
<b>Malore/dolore</b>	34	7.8
<b>Evento cardio-respiratorio</b>	20	4.6
<b>Cause internistiche</b>	9	2.1
<b>Contusioni</b>	8	1.8
<b>Lacerazioni</b>	7	1.6
<b>NP</b>	7	1.6
<b>Ipotermia</b>	5	1.1
<b>Affaticamento e sfinimento</b>	4	0.9
<b>Morso animali/insetti</b>	2	0.5
<b>Folgorazione</b>	2	0.5
<b>Cause psichiatriche</b>	2	0.5

I risultati rappresentati finora fanno riferimento all'intero database analizzato costituito dalle tre stazioni del CNSAS con la sola esclusione degli interventi di Protezione Civile. Di seguito si riportano i risultati del confronto tra gli eventi avvenuti nell'"Altopiano dei Sette Comuni" e nella zona "Piccole Dolomiti-Pasubio". Le notevoli differenze geografiche delle due aree, infatti, comportano rischi diversi e pertanto dovrebbero determinare tipologie di incidente diverse. Per mettere quindi in luce eventuali differenze e garantire un miglior confronto delle due aree sono state tolte dal database anche le informazioni riguardanti lo sci di fondo e lo sci alpino in quanto rientrano nella competenza delle sole squadre del CNSAS della zona "Piccole Dolomiti-Pasubio". L'unica attività di sci quindi presa in considerazione in questo confronto è lo scialpinismo. Il

database così costituito è composto da 782 report di cui il 36.5% fanno riferimento alla stazione “Reggenza Sette Comuni” e il 63.5% alle stazioni di “Schio” e “Recoaro-Valdagno”. Le persone totalmente coinvolte sono 887.

La diversità dei due ambienti può essere letta inizialmente nelle diverse frequenze per ogni attività riscontrata e a cui di conseguenza corrisponde un diverso interesse turistico. L’escursionismo resta l’attività più popolare in assoluto coinvolgendo circa la metà delle persone soccorse con maggior incidenza nella zona “Altopiano dei Sette Comuni”. Questo evidenzia per quest’area un approccio più turistico alla montagna che è ulteriormente confermato dalle successive due attività più soggette ad incidenti. In questa zona, infatti, più della metà degli incidenti avviene tra escursionisti, ma la seconda maggiore attività coinvolta è rappresentata dalla raccolta di prodotti non legnosi, in particolare la ricerca/raccolta di funghi. Il terzo posto si riscontra invece per gli incidenti d’auto che sono peraltro piuttosto indicativi delle caratteristiche della zona. L’“Altopiano dei Sette Comuni” è, infatti, caratterizzato da un’elevata estensione della rete viabile che in parte ricalca i percorsi bellici della prima guerra mondiale adeguatamente migliorati per garantire un passaggio sicuro e adatto all’odierno traffico veicolare. Questa diffusa viabilità garantisce quindi un facile accesso a molte zone favorendo le attività agro-forestali, ma anche quelle ricreative. Diversa invece è la situazione nella zona “Piccole Dolomiti-Pasubio” dove l’estensione della rete viaria è notevolmente inferiore e dove molto spesso le numerose mulattiere risalenti al periodo bellico sono diventate stretti e talvolta impervi sentieri. Gli incidenti auto di questa zona sono pertanto riconducibili soprattutto a vere e proprie uscite di strada mentre nella zona “Altopiano dei Sette Comuni” sono dovuti principalmente a persone rimaste bloccate in strade secondarie a causa della neve.

Un’altra grossa differenza riscontrabile nelle due zone è la pratica dell’attività alpinistica che sembra molto più influente, in termini di frequenza di incidenti, nella zona “Piccole Dolomiti-Pasubio” rappresentando la seconda causa di incidente con eventi avvenuti soprattutto in arrampicata per cadute o scivolate, caduta sassi e per cedimento dell’appiglio. Nell’“Altopiano dei Sette Comuni” gli interventi di soccorso per alpinisti ha interessato solo lo 0.7% dei casi. La diversa tipologia di attività praticata nelle due zone espone le persone a un rischio diverso determinando cause di incidente e conseguenze diverse.

Tabella 16: confronto tra le attività per cui è stato richiesto il soccorso nelle due aree

<b>Attività</b>	<b>Interventi (%)</b>	<b>Attività</b>	<b>Interventi (%)</b>
	<b>Altopiano dei Sette Comuni</b>		<b>Piccole Dolomiti-Pasubio</b>
Escursionismo	53.68	Escursionismo	44.87
Raccolta PNL	7.72	Alpinismo	23.94
Incidente auto	4.21	Lavoro	3.22
Turismo	2.81	Attività aerea	2.82
Scialpinismo	2.46	Scialpinismo	2.41
Attività aerea	2.11	MTB	2.41
MTB	2.11	Incidente auto	2.01
Lavoro	1.40	Turismo	1.81
Alpinismo	0.70	Raccolta PNL	1.61
Caccia	0.70	Caccia	0.80
NP	10.53	NP	6.44

Altro	10.18	Altro	5.03
Supporto veterinario	1.40	Supporto veterinario	2.62

Per gli escursionisti delle due zone, per esempio (Tabella 17), vi è una notevole differenza tra le cause che hanno indotto la richiesta di soccorso. La perdita di orientamento sembra, infatti, essere più tipicamente riscontrabile in “Altopiano dei Sette Comuni” dove effettivamente gli ampi spazi e la loro forte somiglianza porta facilmente a questo rischio. Nella zona delle “Piccole Dolomiti-Pasubio” domina invece maggiormente l’evento di caduta o scivolata e sembrano più frequenti anche gli incidenti per incapacità. Anche questo dato dipende fortemente dal tipo di ambiente: la zona delle “Piccole Dolomiti-Pasubio” è spesso molto impervia con pendii erti e franosi e molti sentieri richiedono una preparazione tecnica adeguata per poterli percorrere. In questi casi risulta pertanto più facile incorrere in situazioni in cui non si è in grado di proseguire o si ha paura a farlo e ciò è ampiamente dimostrato dai numerosi casi di interventi per motivi di “incapacità” riscontrati in questa zona. Molti interventi sono stati svolti per recuperare persone in zone impervie bloccate all’interno di canaloni o incrodate tra le rocce incapaci a uscire autonomamente da queste situazioni. Nella maggior parte di questi casi (57%) l’intervento è stato richiesto da escursionisti che per errori di valutazione si sono ritrovati in percorsi troppo difficoltosi per le loro capacità.

Tabella 17: confronto tra le cause di incidente tra escursionisti delle due aree

CAUSA	Interventi (%)		
	Altopiano dei Sette Comuni	Piccole Dolomiti-Pasubio	
Perdita di orientamento	40.5	Cadute e scivolate	47.1
Cadute e scivolate	32.7	Malore	18.4
Malore	15.0	Perdita di orientamento	13.5
Altro	3.3	Incapacità	6.7
Maltempo	2.6	Altro	3.1
Sfinimento	2.0	Caduta sassi	2.7
Incapacità	1.3	Maltempo	1.8
NP	1.3	Ritardo	1.8
Animali-insetti	0.7	NP	1.3
Cedimento appiglio	0.7	Sfinimento	0.9
Caduta sassi	0.0	Incidente auto	0.9
Crollo	0.0	Animali-insetti	0.4
Incidente auto	0.0	Crollo	0.4
Ritardo	0.0	Suicidio	0.4
Suicidio	0.0	Valanga	0.4
Valanga	0.0	Cedimento appiglio	0.0

Anche lo stato di salute riscontrato al momento dell’arrivo dei soccorritori indica una parziale differenza tra le due zone che può essere ulteriormente indicativa del diverso tipo di ambiente. Nella zona “Altopiano dei Sette Comuni”, infatti, la maggior parte degli interventi è stata eseguita per prestare aiuto a persone illese a differenza della zona “Piccole Dolomiti-Pasubio”, dove la maggior incidenza di interventi per attività alpinistiche alza il livello di gravità degli eventi. In quest’area, infatti, più della metà delle persone viene ritrovata ferita.

Tabella 18: interventi di soccorso suddivisi per lo stato di salute in cui viene trovato l'assistito

Stato salute	Persone (%) Altopiano dei Sette Comuni	Stato salute	Persone (%) Piccole Dolomiti-Pasubio
Illesa	59.3	Ferita	46.2
Ferita	21.8	Illesa	37.2
Deceduta	11.5	Deceduta	8.4
Malore/dolore	7.4	Malore/dolore	8.1

\* La percentuale è stata calcolata sul totale degli interventi fatti per stato di salute noto

L'escursionismo riporta numerosi casi di feriti anche nella zona "Altopiano dei Sette Comuni" dove, considerando che l'alpinismo non è molto praticato, subentra lo scialpinismo quale seconda maggiore causa di ferimento (7.3% di persone ferite). Valutando le attività coinvolte tra i casi illesi nelle "Piccole Dolomiti-Pasubio" la situazione non è molto diversa e l'escursionismo e l'alpinismo restano le attività più coinvolte. Gli escursionisti rappresentano più della metà degli illesi mentre il 31% è rappresentato da persone soccorse in percorsi di difficoltà alpinistica che spesso hanno sottovalutato la complessità del percorso stesso. Nella zona "Altopiano dei Sette Comuni" invece la raccolta di funghi e piccoli frutti è la seconda attività più praticata tra le persone ritrovate incolumi dopo, ovviamente, l'escursionismo. In Italia si registrano mediamente ogni anno circa 300 interventi rivolti a cercatori di funghi e di questi, oltre una ventina perdono la vita (CNSAS, 2012b). I rischi legati a questa attività sono spesso sottovalutati e comunemente si continuano a considerare tali solo le problematiche relative al loro riconoscimento e non all'ambiente che si frequenta per trovarli. Sembra inoltre che nella zona "Altopiano dei Sette Comuni" l'età media delle persone soccorse sia più elevata rispetto alla zona "Piccole Dolomiti-Pasubio" e questo fatto potrebbe essere ulteriormente ricondotto al tipo di ambiente poichè l'"Altopiano dei Sette Comuni" offre maggiori possibilità di escursioni facili e molte zone sono spesso facilmente raggiungibili in auto, permettendo quindi anche al turista più anziano di arrivare con minor sforzo. Altra differenza apprezzabile tra le due zone si può notare nella classe di età 25-35 anni che è molto più rappresentata nei report della zona "Piccole Dolomiti-Pasubio" dove quindi sembra che molte più persone giovani siano coinvolte in incidenti rispetto alla zona "Altopiano dei Sette Comuni". Questo fatto trova risposta nel tipo di attività praticata, gran parte di queste persone, infatti, era coinvolto in attività alpinistica e questo spiega la maggiore incidenza di interventi per questa fascia d'età nelle "Piccole Dolomiti-Pasubio".

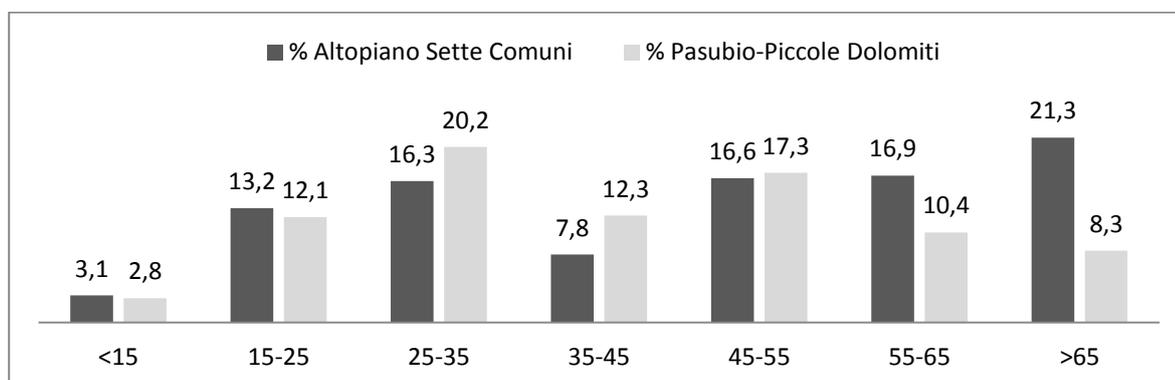


Figura 38: percentuale di persone coinvolte in interventi di soccorso nelle due zone e suddivise per classi di età

### 3.3. MOBILITÀ DEI VEICOLI NEGLI INTERVENTI DI SOCCORSO

Lo studio della mobilità veicolare sulla rete di percorsi secondari è stato condotto inizialmente con l'obiettivo di valutare l'influenza delle diverse condizioni dei tracciati sulla velocità stessa di progressione. A questo scopo si sono utilizzati i soli dati di velocità dell'autoveicolo e del Quad Yamaha Raptor 660 per l'area Recoaro Terme-Crespadoro in quanto solo per questa zona sono stati svolti i rilievi topografici dei tracciati percorsi. Di seguito si riporta una sintesi delle condizioni dei test svolti.

Tabella 19: condizioni dei test di progressione dei veicoli sulla rete di percorsi secondari

Condizioni dei test				
Modalità di accesso	Test		Tipo tracciato	Caratteristiche tracciato
	Lunghezza (km)	Tempo (hrs:min:s)		
Auto 4x4	32.0	02:23:19	Strada	Strada silvo-pastorale (Classi 3 e 4)
Quad (Yamaha Raptor 660)	36.0	01:51:03	Strada	Strada silvo-pastorale (Classi 3 e 4)
Quad (Yamaha Raptor 660)	2.8	00:48:03	Sentiero	Rete sentieristica

I dati acquisiti dal GPS sono affetti dalla scarsa precisione sotto copertura arborea, pertanto si è dovuto procedere a una prima scrematura degli stessi basata sull'indice PDOP (Position Dilution Of Precision, ovvero "calo di precisione nel posizionamento tridimensionale"). Questo parametro, unitamente ad altri dal significato leggermente diverso (HDOP, VDOP), rappresenta il contributo del fattore di configurazione geometrica dei satelliti all'errore quadratico medio nel posizionamento. Il suo valore, per essere soddisfacente, deve essere limitato a poche unità. In questo lavoro i dati di velocità sono stati filtrati per PDOP massimi di 6 pertanto si sono eliminati tutti i dati di velocità con valori superiori. Per migliorare ulteriormente i dati a disposizione si è successivamente osservata la progressione di ciascun veicolo, in andata e in ritorno per valutare eventuali valori anomali presenti nel database, ossia valori troppo elevati o troppo bassi non corrispondenti alla realtà e dovuti anche in questo caso ad errori nella ricezione del segnale satellitare. Dopo aver migliorato il database a disposizione si sono aggregate le informazioni di velocità (dati di tipo puntuale) con le caratteristiche dei percorsi testati (dati di tipo lineare). A questo scopo si è utilizzato il software ArcGis® 10 (Esri) cercando di associare i valori di velocità ad ogni tratto di percorso valutato. Questa associazione è stata possibile identificando le informazioni di velocità esistenti nell'intorno di ciascuna tratta, considerando un raggio di 5 m. Si è utilizzata la funzione spaziale "Near" che determina la distanza esistente tra ogni punto di velocità e la più vicina tratta entro il raggio di ricerca. Questa funzione permette di associare ad ogni posizione di velocità il codice identificativo della tratta a cui aggregarlo. Tutti i valori di velocità che non rientrano nell'intorno spaziale considerato assumono un codice pari a -1 (Figura 39) e non essendo associabili ad alcuna tratta, sono stati eliminati dal database.

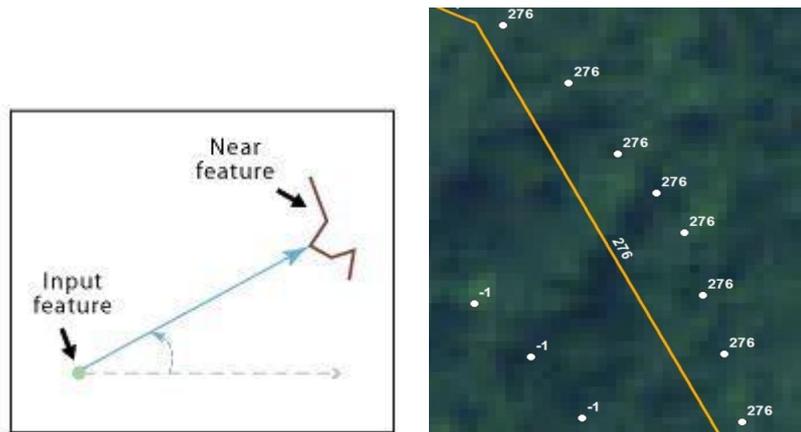


Figura 39: funzione "Near", identifica la distanza esistente tra i file di input (velocità dei veicoli) e le tratte dei percorsi attribuendovi un codice identificativo

Il codice generato con la funzione "Near" ha permesso di instaurare una relazione spaziale (*Join*) per cui è stato possibile unire in un unico *shp-file* le tratte dei percorsi e le informazioni di velocità.

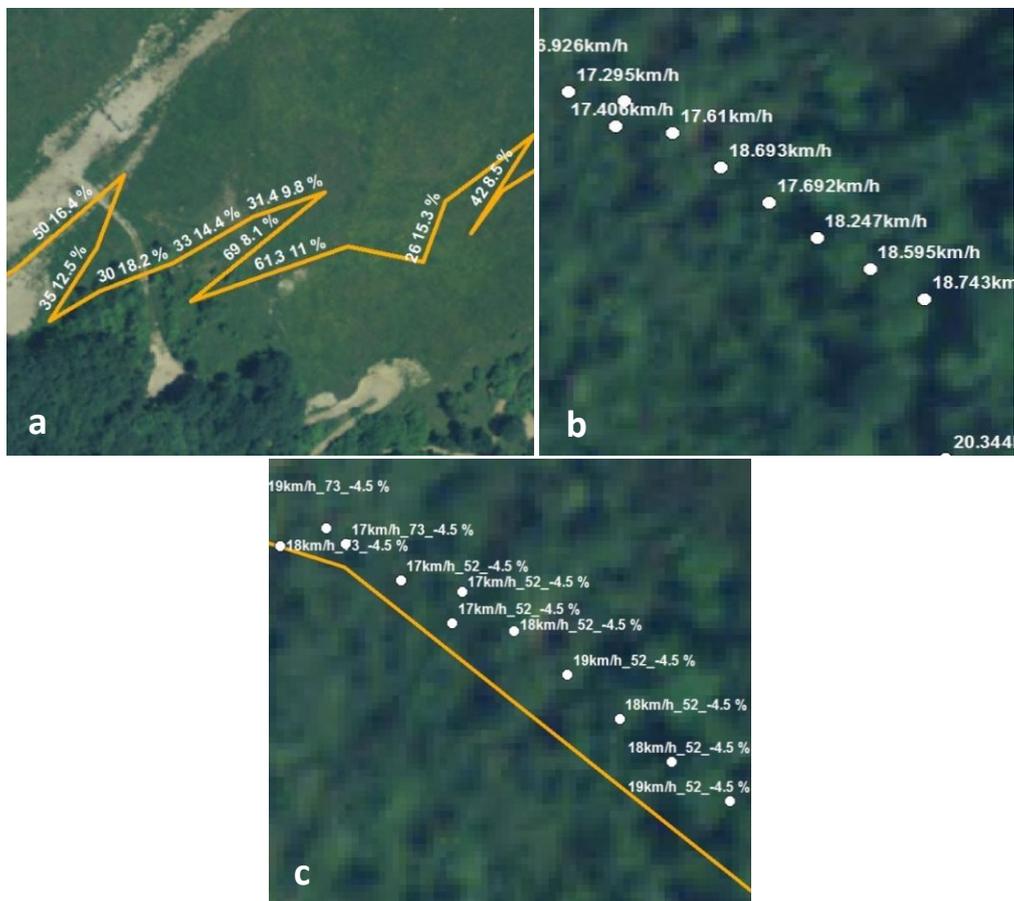


Figura 40: (a) caratteristiche delle tratte; (b) informazioni di velocità aggregate per ogni tratta; (c) creazione di un unico file contenente entrambe le informazioni

Una sintesi di questi primi rilievi condotti è riportata in Tabella 20 dove si può notare che i test svolti sulla rete secondaria considerano separatamente la categoria operativa. Le strade silvo-pastorali sono, infatti, state suddivise nelle categorie di appartenenza tre e quattro, ossia le due categorie ad elevata mobilità ma con capacità di carico medio - bassa in cui si considera possibile il passaggio di veicoli forestali quali forwarder, trattori con rimorchi forestali o monoasse. La rete sentieristica adatta al passaggio di quad rientra nella classe 5. La Tabella 20 evidenzia anche la

differenza di velocità tra i due veicoli testati sulle strade silvo-pastorali. Questa differenza potrebbe essere realistica o dovuta ad errori casuali o di campionamento, pertanto è stata ulteriormente indagata con il test non parametrico di Wilcoxon Mann Whitney, un test statistico per la comparazione delle mediane. La necessità di utilizzare un test non parametrico deriva dall'assenza di normalità nei campioni esaminati, si tratta dell'equivalente del test T per campioni indipendenti. L'ipotesi nulla nel test di Wilcoxon Mann Whitney consiste nel considerare che i due campioni siano tratti da una popolazione singola, e che dunque per questa ragione le loro distribuzioni di probabilità siano eguali. L'ipotesi alternativa evidenzia invece la diversità dei campioni. Questo richiede che i due campioni siano statisticamente indipendenti, e le misurazioni siano continue. Il test è stato quindi applicato per paragonare le misure di velocità dei due diversi veicoli testati (auto e quad) su strade silvo-pastorali a parità di classe operativa con lo scopo di indagare se la velocità dell'auto è diversa da quella del quad. L'ipotesi nulla prevede l'omogeneità dei campioni e quindi l'uguaglianza delle mediane. Il test è stato condotto per un livello di confidenza del 95%. Dai risultati rappresentati in (Tabella 21) si può osservare che in entrambi i casi il p-value risulta inferiore a 0.05 pertanto si può rifiutare l'ipotesi nulla. Le velocità assunte dal quad sono diverse da quelle dell'automobile sia nei percorsi di classe tre sia in quelli di classe quattro.

Tabella 20: statistiche dei dati di velocità relativi alla sola zona Recoaro Terme-Crespadoro (PDOP max:6; NearDist ≤ 5m)

Veicolo	Tipo percorso	Velocità			Osservazioni (n.)
		Media (km h <sup>-1</sup> )	Q1 (km h <sup>-1</sup> )	Q3 (km h <sup>-1</sup> )	
Auto 4WD	Totali	13.961	11.820	16.570	5567
	Classe operativa 3	15.140	13.510	16.870	273
	Classe operativa 4	13.900	11.748	16.550	5294
Quad su strada (Yamaha Raptor 660)	Totali	23.805	19.350	27.950	3143
	Classe operativa 3	25.882	22.470	29.030	227
	Classe operativa 4	23.643	19.123	27.770	2916
Quad su sentiero (Yamaha Raptor 660)	Rete sentieristica	17.20	13.55	20.9	979

Tabella 21: risultati del test Mann Whitney per il confronto tra le velocità dei due veicoli a parità di classe operativa

Classe operativa	Assunzioni H <sub>0</sub>	Obs. (n.)	Mediana (km h <sup>-1</sup> )	W	P
	Small 4 WD car	273	15.420		
Classe 4	ATV =	2916	23.120	18103937.0	<0.001
	Small 4 WD car	5294	14.090		

Dai dati fin'ora valutati si può riassumere che l'automobile ha una velocità media di percorrenza su strade silvo-pastorali di 14.5 km/h, ossia nettamente inferiore alla velocità possibile per il quad Yamaha Raptor 660 con cui si sono avute velocità medie di 24.7 km/h. Lo stesso veicolo guidato sulla rete sentieristica raggiunge una velocità media molto inferiore (circa 17.2 km/h) che è

tuttavia maggiore a quella dell'automobile 4x4. Ad una prima analisi quindi il quad ha dimostrato buoni risultati in termini di percorrenza sia sulle strade sia sui sentieri.

Si è proceduto quindi successivamente ad analizzare più dettagliatamente la relazione esistente tra la velocità di progressione di questi veicoli e le caratteristiche dell'ambiente in cui vengono utilizzati. Già dalla Tabella 20 si può osservare che entrambi i veicoli testati assumono una velocità media inferiore nei percorsi di quarta classe. Tuttavia per meglio indagare questa relazione si sono di seguito utilizzate le informazioni sulle caratteristiche della viabilità raccolte durante i rilievi topografici.

L'analisi statistica è stata applicata tramite modelli lineari generalizzati (GLM) utilizzando un database in parte modificato. Finora, infatti, i dati valutati sono i valori registrati dal GPS nell'intorno di 5 m dal percorso testato e con un PDOP massimo pari a 6. Con questi dati si è osservata una maggiore velocità del quad rispetto all'autoveicolo e una maggiore adattabilità dello stesso nel progredire su percorsi più sconnessi. Nell'analisi dei modelli lineari generalizzati si è voluto osservare un campione di dati più preciso del precedente per poter meglio osservare la relazione esistente tra le variabili che influenzano la velocità. I dati a disposizione quindi sono stati ulteriormente selezionati valutando solo le posizioni di velocità prossime alla strada (meno di un metro di distanza dall'asse stradale) e con un indice PDOP massimo pari a 3. In questo modo si è eliminata l'influenza negativa dovuta alla copertura boschiva ottenendo un database molto meno numeroso ma più preciso. A seguito di questa selezione fatta sulle numerosità campionarie precedentemente riportate si sono ottenuti i seguenti campioni (Tabella 22) con cui si è proceduti all'analisi.

Tabella 22: statistiche dei dati di velocità relativi alla sola zona Recoaro Terme-Crespadoro (PDOP max:3; NearDist < 1m)

Tipo di veicolo	Velocità			Pendenza			Valori osservati (n.)
	Media (km h <sup>-1</sup> )	q 0.05 (km h <sup>-1</sup> )	q 0.25 (km h <sup>-1</sup> )	Media (%)	q 0.05 (%)	q 0.25 (%)	
Auto 4x4	14.48	12.52	16.40	8.26	4.20	11.40	754
Quad su strada (Yamaha Raptor)	18.16	14.00	22.01	8.26	4.20	11.40	715
Quad su sentiero (Yamaha Raptor)	14.22	11.30	17.38	11.06	6.99	14.77	375

Con i modelli lineari generalizzati si è quindi valutato l'impatto delle variabili esplicative, ossia le caratteristiche dei percorsi testati, sulla velocità. Più precisamente le variabili considerate nella valutazione della progressione dei veicoli sulle strade silvo-pastorali sono:

- pendenza della strada,
- larghezza,
- condizioni del fondo

Nel caso invece della progressione del solo quad su sentiero si sono considerate la pendenza della rete sentieristica e lo stato di manutenzione dei percorsi. Grazie all'introduzione, come variabile categorica, dello stato di manutenzione delle strade e dei sentieri, l'analisi ha permesso di valutare quanto le condizioni di percorribilità siano effettivamente influenti sulla velocità di progressione.

Il modello ha assunto l'utilizzo della variabile indipendente trasformata in logaritmo naturale. Questo tipo di trasformazione è usata per normalizzare una variabile che ha una distribuzione asimmetrica inoltre tende a ridurre gli effetti degli *outliers*. L'omogeneità della varianza è stata

testata con il test di Levene (<0,05). L'analisi statistica è stata effettuata utilizzando Statgraphics®16.1. Tra gli output il modello riporta i risultati dell'analisi della varianza (Tabella 23) che dimostra come tutti i fattori considerati siano significativamente influenti sulla velocità con un'importanza diversa evidenziata dalla scomposizione della varianza totale del modello. E' possibile quindi verificare la proporzione di variabilità della velocità spiegata dalle variabili esplicative considerate nel modello stesso. Si riesce quindi ad osservare come per entrambi i mezzi testati la pendenza dei percorsi (RG; TG) risulti fortemente significativa sia nella progressione su sentiero sia nella progressione su strada silvo-pastorale. Nelle tre situazioni esaminate, la pendenza influenza la velocità di progressione per il 20% circa. Anche le condizioni dei percorsi sono risultate particolarmente influenti sulla velocità, in particolar modo nella progressione del quad sulla rete sentieristica. I modelli, infatti, ben evidenziano in questo caso la forte differenza di velocità esistente tra la strada e il sentiero. La rete sentieristica è in media molto più sconnessa e accidentata di una strada e queste condizioni influenzano maggiormente la progressione di un veicolo. Questo risultato attendibile è confermato dai modelli ottenuti che, infatti, dimostrano una notevole differenza tra i sentieri e le strade silvo-pastorali. In quest'ultimo caso la variabilità della velocità dipende dalle condizioni del fondo per il 4% mentre lungo i sentieri le condizioni sono molto più influenti descrivendo il 34.9% della variabilità. Ponendo l'attenzione solo sulle strade silvo-pastorali si può osservare come le condizioni della carreggiata siano diversamente influenti sulla velocità in relazione al tipo di veicolo che le percorre. A parità di condizioni, infatti, l'auto (6.9%) subisce maggiormente l'influenza di condizioni degradate rispetto al quad Yamaha Raptor 660 (4%). Anche la larghezza è risultata influente sulla velocità di progressione, molto probabilmente per il fatto che condiziona la percezione di rischio. Pertanto guidare su una strada stretta porta ad essere più accorti e prudenti rispetto ai percorsi in cui la larghezza della carreggiata è superiore. Inoltre si può osservare come l'automobile ne risenta meno rispetto al quad probabilmente a causa della minore velocità a cui procede. Questa variabile è stata valutata solo per le strade silvo-pastorali poiché per i sentieri su cui è possibile la progressione motorizzata le larghezze sono mediamente omogenee. Nelle tabelle successive si riportano le statistiche e i modelli di regressione.

Tabella 23: influenza delle singole variabili sui modelli di velocità

Tipo di veicolo	Caratteristiche dei percorsi	Sum of square	Sum of square (%)	df	Mean squares	Rapporto F	P-value
Auto 4x4 su strada	RG	4.18	18.7	1	4.19	215.16	<0.001
	TW	2.13	9.5	1	2.13	109.25	<0.001
	RC	1.56	6.9	2	0.78	40.04	<0.001
	Residui	14.55	64.9	748	0.02		
	Totale corretto	24.96		752			
Quad su strada (Yamaha Raptor)	RG	4.70	19.8	1	4.70	219.56	<0.001
	TW	2.68	11.3	1	2.68	125.83	<0.001
	RC	1.05	4.4	2	0.52	24.38	<0.001
	Residui	15.26	64.4	710	0.02		
	Totale corretto	25.30		714			
Quad su sentiero (Yamaha Raptor)	TG	7.90	19.8	1	7.90	162.16	<0.001
	TC	13.90	34.9	2	6.95	142.64	<0.001
	Residui	18.08	45.3	371	0.05		
	Totale corretto	40.47		374			

RG\*: pendenza strada; TW: larghezza; RC: condizioni della strada; TC: condizioni del sentiero; TG\*: pendenza del sentiero. \*Valori assoluti

Tabella 24: risultati dei modelli statistici

	Velocità = $13.279 * e^{(0.086 * RC1 - 0.014 * RC2 + 0.060 * TW - 0.015 *  RG - 1.7 )}$
Auto 4x4 su strada silvo-pastorale	RC1=1 and RC2 = 0 (condizioni del fondo: buone) RC1=0 and RC2 = 1 (condizioni del fondo: inizio di degrado) RC1=1 and RC2 = 1 (condizioni del fondo: degradato/fortemente degradato) TW = larghezza strada (m) RG = pendenza strada (%)
	Velocità = $17.641 * e^{(0.071 * RC1 - 0.045 * RC2 + 0.139 * TW - 0.017 *  RG + 0.5 )}$
Quad su strada silvo-pastorale (Yamaha Raptor 660)	RC1=1 and RC2 = 0 (condizioni del fondo: buone) RC1=0 and RC2 = 1 (condizioni del fondo: inizio di degrado) RC1=1 and RC2 = 1 (condizioni del fondo: degradato/fortemente degradato) TW = larghezza strada (m) RG = pendenza strada (%)
	Velocità = $16.428 * e^{(0.189 * TC1 - 0.078 * TC2 - 0.022 *  TG - 1.1 )}$
Quad su sentiero (Yamaha Raptor 660)	TC1=1 and TC 2 = 0 (condizioni del fondo: regolari) TC 1=0 and TC 2 = 1 (condizioni del fondo: parzialmente regolari) TC 1=1 and TC 2 = 1 (condizioni del fondo: irregolari) TG = pendenza sentiero (%)

RG\*: pendenza della strada; TW: larghezza del percorso; RC: condizioni della strada; TG\*: pendenza del sentiero; TC: condizioni del sentiero. \*Valori assoluti.

Nota: i coefficienti sommati o sottratti a ciascun modulo della pendenza sono fattori correttivi calcolati a causa dell'asimmetria delle distribuzioni, come riportato anche da Tobler (1993). Sono stati empiricamente ricavati dall'intersezione tra i modelli di regressione semplice per le due direzioni di marcia (salita e discesa).

Tabella 25: statistiche dei modelli di velocità sopra esposti

Modello di velocità	Variabile dipendente	R <sup>2</sup> (adjusted)	F test (p)	Obs. n.	Terms Predictor	Constant/Coefficient		95% Intervallo di confidenza delle differenze		
						Estimate	Std.error	lower	upper	p
Auto 4x4 su strada silvo-pastorale	LN(Speed)	41.7	133.74 (<0.001)	753	Constant	2.586	0.020	2.547	2.626	<0.001
					RG	-0.015	0.001	-0.017	-0.013	<0.001
					TW	0.060	0.006	0.049	0.071	<0.001
					RC1	0.086	0.010	0.067	0.106	<0.001
					RC2	0.014	0.010	-0.005	0.033	<0.001

Quad su strada silvo-pastorale (Yamaha Raptor 660)	LN(Speed)	39.3	116.73 (<0.001)	715	Constant	2.870	0.034	2.803	2.937	<0.001
					RG	-0.017	0.001	-0.019	-0.015	<0.001
					TW	0.139	0.012	0.114	0.163	<0.001
					RC1	0.071	0.011	0.050	0.092	<0.001
					RC2	0.045	0.011	0.024	0.066	<0.001
Quad su sentiero (Yamaha Raptor 660)	LN(Speed)	54.9	153.10 (<0.001)	375	Constant	2.799	0.023	2.754	2.844	<0.001
					TG	-0.022	0.002	-0.027	-0.019	<0.001
					TC1	0.189	0.016	0.158	0.219	0.016
					TC2	0.078	0.021	0.037	0.119	

RG\*: pendenza della strada; TW: larghezza della strada; RC: condizioni della strada; TC: condizioni del sentiero; TG\*: pendenza del sentiero  
\*Valori assoluti

Seguono i risultati dei modelli sopra esposti in formato grafico dove si osserva chiaramente la variazione di velocità in relazione alle condizioni del fondo.

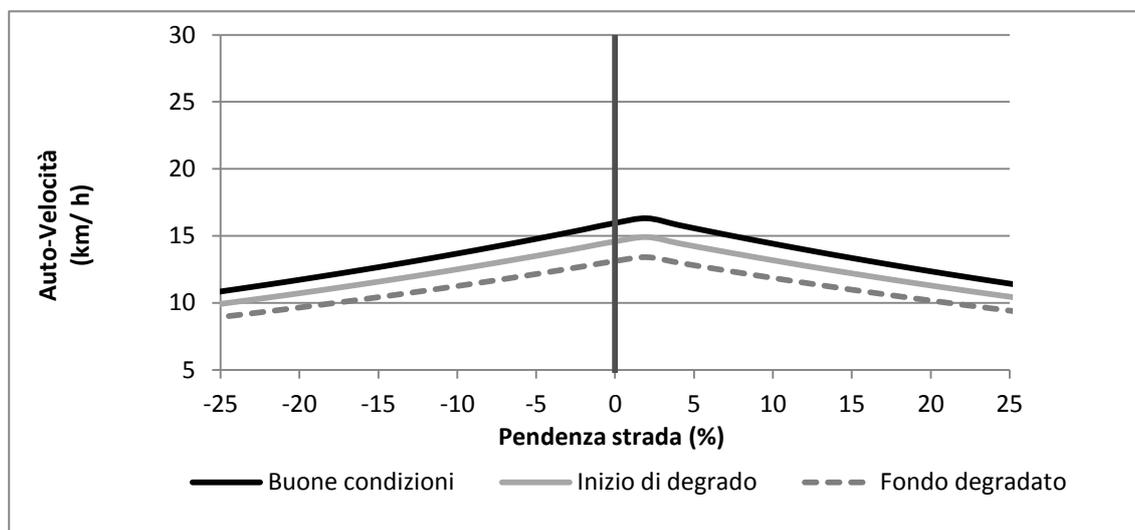


Figura 41: velocità dell'auto per strade silvo-pastorali di 2.2m in tre diverse condizioni di manutenzione

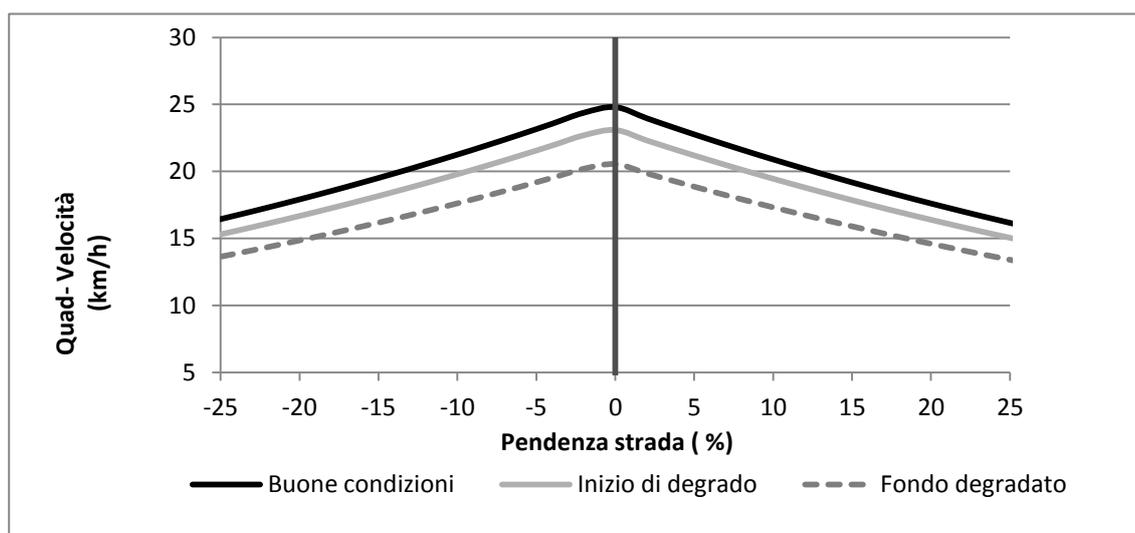


Figura 42: velocità del quad (Yamaha Raptor 660) per strade silvo-pastorali di 2.2m in tre diverse condizioni di manutenzione

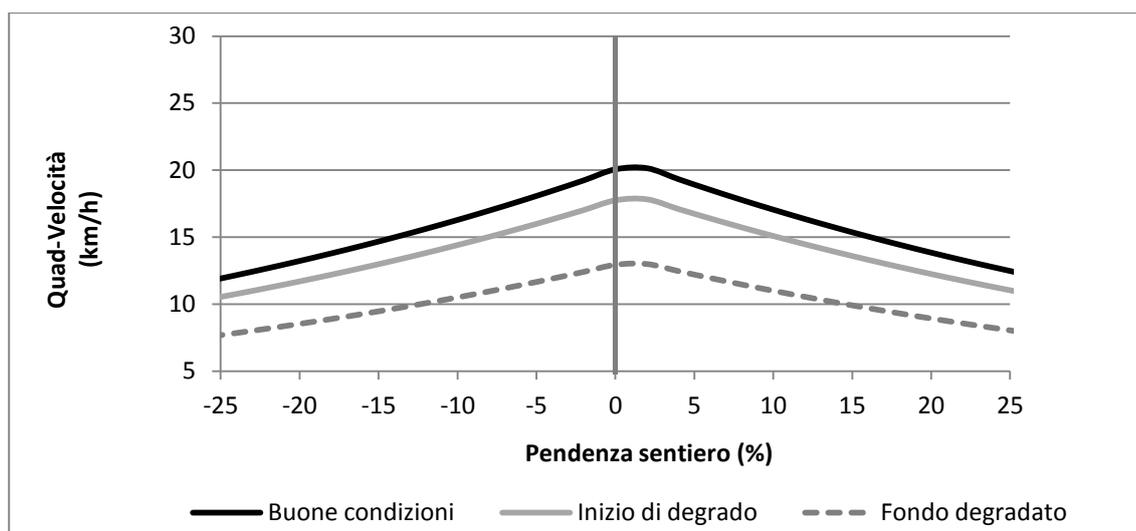


Figura 43: velocità del quad (Yamaha Raptor 660) lungo la rete sentieristica in tre diverse condizioni di manutenzione

La valutazione della progressione dei veicoli lungo la viabilità secondaria ha lo scopo di osservare l'importanza di questa rete per finalità di soccorso qualora si debba intervenire con squadre a terra. I risultati ottenuti finora fanno riferimento ad un veicolo quad a due sole ruote motrici. Per meglio capire le potenzialità di questi mezzi a fini di soccorso si è quindi voluto indagare anche l'efficacia di veicoli a quattro ruote motrici. Questi test sono stati condotti per un veicolo in uso presso la Stazione di Soccorso Alpino di Tambre, il Rotax 400 Bombardier guidato da soccorritori della stessa stazione.

Durante questi rilievi si sono avuti notevoli problemi di ricezione satellitare che non hanno permesso di utilizzare i dati raccolti in quanto troppo poco precisi. Il GPS ProXH Trimble ha, infatti, registrato pochi dati di posizione sia per le zone sotto copertura forestale sia per le zone aperte non rendendo possibile alcuna elaborazione. Tuttavia l'esperienza fatta a Tambre è stata molto utile poiché ha permesso di capire le prestazioni del quad nelle attività di ricerca e di soccorso. Non potendo utilizzare questi dati si è testato un terzo veicolo a trazione integrale che potesse essere paragonabile al precedente e si è utilizzato il quad Polaris Sportsman 700. Vista la disponibilità di questo veicolo nel comune di Roana i test sono stati fatti in tale area testandone la progressione solo su strade silvo-pastorali e sentieri in buone condizioni di manutenzione. In questo modo si è eliminata l'influenza di questa componente sulla velocità del veicolo. L'obiettivo di questi test consisteva, infatti, nel valutare il comportamento di un quad più potente e prestante in progressione sulla rete viabile secondaria per poter avere uno spettro più ampio delle potenzialità di questi mezzi. Avendo svolto i test su percorsi omogenei e in ottime condizioni di manutenzione si sono potuti evitare i rilievi topografici. La valutazione della pendenza dei tracciati percorsi è stata possibile per elaborazione dei dati LiDAR. La Tabella 26 riporta i dati acquisiti con GPS durante i rilievi nel comune di Roana.

Tabella 26: dati acquisiti durante i rilievi con il quad Polari 700 Sportsman

Tipo di veicolo	Caratteristiche		Velocità			Pendenza			Valori osservati (n.)
	Lunghezza (m)	Tempo (hrs:m.s)	Media (km h <sup>-1</sup> )	q 0.05 (n.)	q 0.25 (km h <sup>-1</sup> )	Media (%)	q 0.05 (%)	q 0.25 (%)	
Quad su strada (Polaris 700 Sportsman)	12387.77	02:09:04	36.59	26.30	47.90	8.06	2.24	12.86	1142

Quad su sentiero (Polaris 700 Sportsman)	1033.05	00:11:42	20.50	18.10	24.64	14.33	12.02	17.70	181
---	---------	----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----

In seguito a questi ultimi rilievi si è visto che i quad a trazione integrale sono più prestanti rispetto al Yamaha Raptor 660 inizialmente testato. Inoltre i test con il veicolo Polaris rispecchiano molto bene quanto sperimentato nel comune di Tambre con il veicolo del soccorso alpino, sia in termini di prestazioni del mezzo sia di modalità di guida dello stesso durante i test. Pertanto si è voluto indagare ulteriormente la relazione esistente tra la velocità e le caratteristiche della rete viabile utilizzando i dati ottenuti con il quad Polaris e l'automobile precedentemente testata. In questo caso si indaga un unico modello che valuta quali variabili indipendenti la tipologia di veicolo in uso, la pendenza e la tipologia del percorso (strada silvo-pastorale o sentiero).

Tabella 27: modello finale di velocità dei veicoli testati

	Velocità = 23.42 * e <sup>(-0.53*V-0.22*Tr -0.022*RG ± c)</sup>
Progressione veicoli	<p>V=tipologia di veicolo (V=1 se auto; V= -1 se Quad Polaris 700 Sportsman)</p> <p>Tr= tipologia di percorso (Tr=1 se sentiero; Tr= -1 se strada)</p> <p>RG* : pendenza del percorso</p> <p>c: coefficiente correttivo (Auto su strada: 1.12; Quad su strada: 0.31; Quad su sentiero: 2.63)</p>

Nota: i coefficienti correttivi sono stati calcolati a causa dell'asimmetria delle distribuzioni, come riportato anche da Tobler (1993). Sono stati empiricamente ricavati dall'intersezione tra i modelli di regressione semplice per le due direzioni di marcia (salita e discesa).

\* Valori assoluti

Di seguito (Tabella 28) si evidenzia l'importanza di ciascuna variabile sulla velocità di progressione. Si può osservare come il fattore dominante sia la tipologia di veicolo utilizzata, secondariamente la progressione è fortemente condizionata dalla pendenza del percorso. Si deve tuttavia considerare che l'operatore alla guida dell'automobile e del quad non è la stessa persona pertanto vi potrebbe essere una variazione dovuta anche a questo fattore che però il modello, con i dati utilizzati, non può valutare. Si può supporre quindi che una parte della variabilità dovuta al tipo di operatore sia spiegata dalla variabile "tipologia di veicolo".

Tabella 28: influenza delle singole variabili sul modello di velocità

Variabili indipendenti	Sum of square	Sum of square (%)	df	Mean squares	Rapporto F	P-value
Tipo di veicolo	413.17	85.09	1	413.17	20621.52	<0.001
Pendenza*	20.77	23.38	1	20.77	1036.81	<0.001
Tipo di percorso	19.69	4.05	1	19.69	983.02	<0.001
Residuo	31.95	6.58	1595	0.02		
Totale (corretto)	485.07		1598			

\* Valori assoluti

Tabella 29: statistiche del modello di velocità sopra esposto

Variabile dipendente	R <sup>2</sup> (adjusted)	F test (p)	Obs.	Terms	Constant/Coefficient		95% Intervallo di confidenza delle differenze		F	p
					Estimate	Std.error	inferiore	superiore		
LN(Speed)	93.4	7538.4 (<0.001)	1599	Constant	3.154	0.0104	3.134	3.175	7538.47	<0.001
				RG	-0.022	0.0006	-0.023	-0.207	20.77	<0.001

V	-0.533	0.0037	-0.540	-0.526	413.16	<0.001
Tr	-0.220	0.0071	-0.238	-0.210	19.69	<0.001

RG\*: pendenza del percorso; V: tipologia di veicolo; Tr: tipologia di percorso

\* Valori assoluti

La Figura 44 evidenzia graficamente i risultati del modello dimostrando come il quad sia più veloce dell'automobile in ogni condizione testata e a parità di percorso la differenza di velocità riscontrabile tra questi due veicoli è notevole.

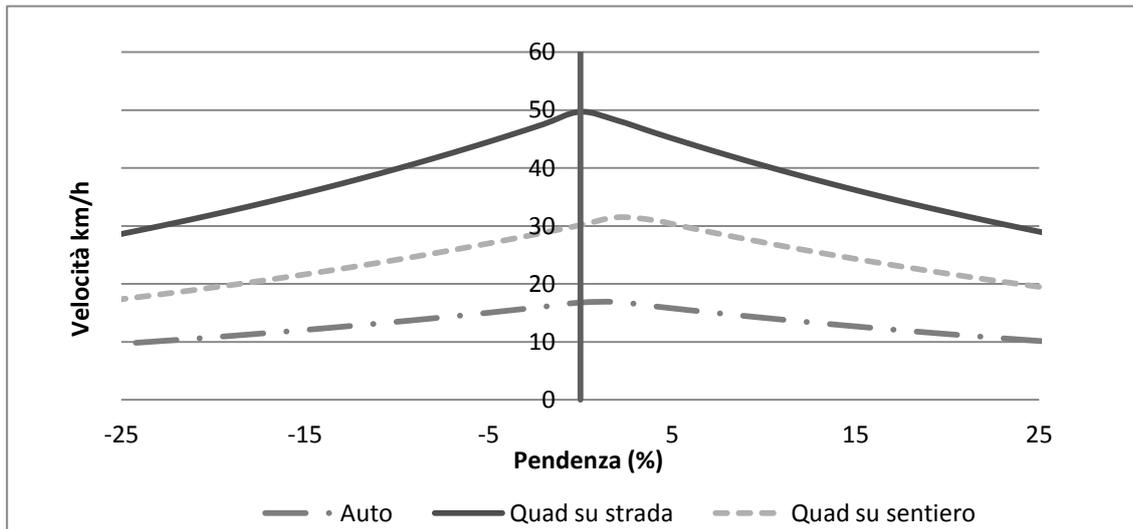


Figura 44: confronto tra i veicoli testati per percorsi in buone condizioni. Quad Polaris 700 Sportsman.

Valutando quindi i due veicoli solo in termini di velocità l'automobile si dimostra meno competitiva rispetto al quad che, infatti, è più veloce anche in caso di progressione su sentiero. L'automobile su strada silvo-pastorale ha una velocità media di 12.5 km/h con picchi massimi corrispondenti a tratti piani o in leggera pendenza in cui raggiunge 17.10 km/h. Molto diversa è risultata invece la velocità del quad su strade silvo-pastorali dove i valori massimi raggiunti sono di 49 km/h con valori medi di 36 km/h. Anche la progressione del quad sulla rete sentieristica sembra essere più veloce rispetto all'autoveicolo poiché la velocità media raggiunge 23 km/h.

Velocità simili a queste sono raggiungibili anche in ambiente innevato, dove le osservazioni condotte con la motoslitte hanno permesso di attestare una velocità media di circa 21 km/h. I rilievi sono stati condotti nei pressi di Malga Erio nel comune di Roana con un solo veicolo che le squadre del Corpo Forestale della zona utilizzano per il soccorso su pista.

Tabella 30: statistiche descrittive dei principali veicoli testati

Tipo progressione	Velocità			Pendenza			Valori osservati (n.)
	Media (km h <sup>-1</sup> )	q 0.05 (km h <sup>-1</sup> )	q 0.25 (km h <sup>-1</sup> )	Media (%)	q 0.05 (%)	q 0.25 (%)	
Quad su strada (Polaris 700 Sportsman)	36.59	26.30	47.09	8.06	2.240	12.86	1142
Motoslitte	21.02	14.48	26.15	21.38	10.42	28.72	2089
Quad su sentiero (Polaris 700 Sportsman)	20.50	18.10	24.64	14.33	12.02	17.70	181
Auto 4x4	14.48	12.52	16.40	8.26	4.20	11.40	754

### 3.4. PROGRESSIONE A PIEDI

La valutazione della progressione a piedi è stata condotta su tre tipologie di ambienti:

- rete sentieristica;
- area boscata;
- area prativa

Per ciascuno di questi ambienti si sono definite due aree di saggio nelle quali i soccorritori hanno camminato per quindici minuti. I test sono stati eseguiti con lo scopo di valutare l'influenza della tipologia d'uso del suolo sulla velocità di progressione. Dai valori di posizione ricavati dal GPS si è calcolata la velocità di cammino che è stata successivamente filtrata per eliminare i valori anomali. Sono stati considerati tali tutti i valori di velocità superiori rispettivamente a 8 km/h. La scelta di questi limiti è stata aiutata dal confronto con i risultati riportati da Tobler (1993) e Ciolli et al. (2006) considerando valori parzialmente più elevati poiché le persone testate in questo studio sono soccorritori esperti e valutati simulando una probabile situazione di intervento. Dai rilievi svolti in campo si sono pertanto ottenute le informazioni relative ai percorsi testati e alle velocità assunte dai soccorritori, si tratta di due file separati, uno di tipo puntuale e uno di tipo lineare. Con lo scopo di avere un database unico con tutte le informazioni raccolte si sono utilizzate le funzioni "Near" e "Join" similmente a quanto fatto per i test sui veicoli. La distanza massima dal tracciato all'interno della quale le posizioni di velocità sono state aggregate alla traccia percorsa è stata considerata pari a 5 m. Pertanto ciascun punto di posizione ricavato dal GPS è stato associato al relativo tracciato percorso, più precisamente alla relativa tratta poiché ciascun percorso è stato suddiviso in tratte ogni 5 m di dislivello per poter valutare la pendenza dei percorsi con maggiore precisione. La pendenza è stata ricavata dal Modello digitale del terreno (DEM) ottenuto dai dati LiDAR. Per ogni area di saggio si sono quindi ottenute le informazioni relative alla tipologia d'uso del suolo, alla relativa pendenza e alla velocità assunta dai soccorritori (Tabella 31).

Tabella 31: statistiche di sintesi della velocità di progressione a piedi

Ambiente	Test		Velocità			Pendenza			Valori osservati (n.)
	Lunghezza km	Tempo (hrs:m:s)	Media (km h <sup>-1</sup> )	q 0.05 (km h <sup>-1</sup> )	q 0.25 (km h <sup>-1</sup> )	Media (%)	q 0.05 (%)	q 0.25 (%)	
Su sentiero	2.63	00:54:30	5.01	4.40	5.70	14.00	10.00	18.80	531
In area boscata	16.6	04:29:16	4.32	3.39	5.05	19.43	10.39	24.67	18772
In area prativa	7.02	01:45:15	3.95	3.34	4.50	23.40	16.53	29.92	4396

Il database così costituito è stato utilizzato per l'analisi dei modelli lineari generalizzati in cui la variabile indipendente è la velocità di progressione a piedi e le covariate sono rappresentate dalla tipologia d'uso del suolo, dalla pendenza, dal verso di percorrenza e nel caso della progressione fuori sentiero anche dall'età dell'utente testato poiché i soccorritori valutati presentavano età diversificate con distribuzione bimodale attorno ad età medie di 30 anni e 40 anni. Quindi si è deciso di considerare l'età in due classi, over 35 e under 35.

La valutazione dell'età è stata possibile solo nei test di progressione fuori sentiero poiché per le prove lungo la rete sentieristica non si è potuto avere disponibilità da parte del personale più giovane pertanto in questo caso le informazioni sono relative a soccorritori over 35.

Nell'analisi fuori sentiero la Tabella 32 evidenzia come l'età sia molto influente sulla velocità di progressione, rispondendo al 21.6% della variabilità dei dati. Questo fatto è confermato anche da studi condotti per la valutazione della velocità di progressione in ambiente urbano. Dati di letteratura riportano valori di velocità massimi per la fascia di età compresa tra 16 e 25 anni (Willis et al., 2004) e i valori minimi sono stati testati per bambini di età inferiore a 10 anni e per persone di età superiore a 63 anni (Knoblauch et al., 1996; Himann et al., 1988; Toor et al., 2001; Gates et al., 2006; Willis et al., 2004; Dahlstedt, 2001). Ciolli et al. (2006) nel loro studio per identificare l'area più probabile per il ritrovamento di una persona dispersa in ambiente montano hanno rilevato che la massima velocità è solitamente raggiunta da persone di 35 anni. La Figura 45 evidenzia le differenze di velocità rilevate per ciascuna tipologia di ambiente naturale valutato nel presente studio (bosco e prato).

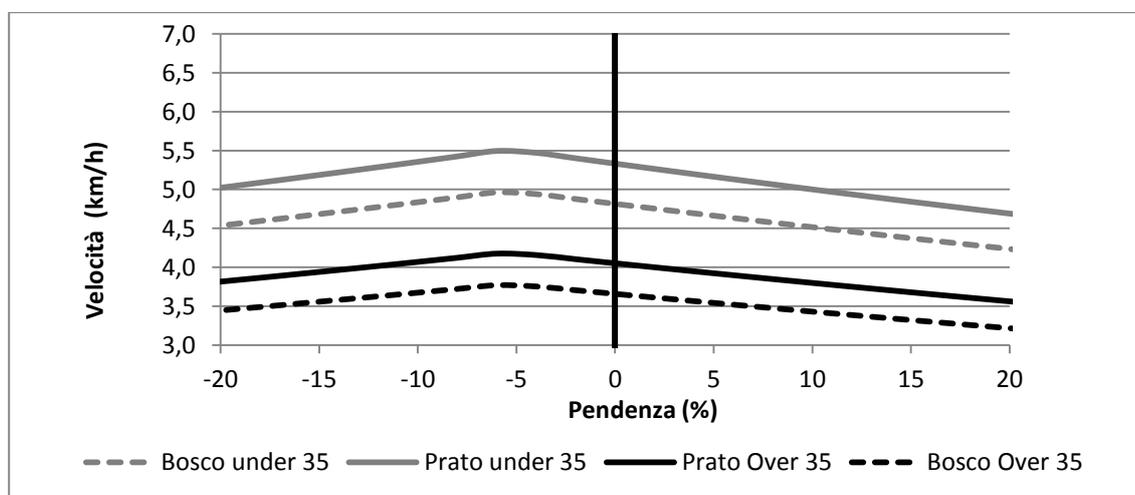


Figura 45: confronto tra gli utenti nella progressione fuori sentiero

Dai test svolti per gli ambienti fuori sentiero la maggiore velocità è garantita dalle persone più giovani rispetto agli utenti over 35.

Tabella 32: influenza delle singole variabili sui modelli di velocità

Tipo di progressione	Caratteristiche dei percorsi	Sum of square	Sum of square (%)	df	Mean squares	Rapporto F	P-value
Su sentiero	TG	7.782	45.32	1	7.78	1005.04	<0.001
	A/R	5.302	30.87	1	5.30	684.67	<0.001
	Residui	4.088	23.81	528	0.0077		<0.001
	Totale (corretto)	16.817		530			
Fuori sentiero	Età	360.347	21.61	1	360.34	7770.36	<0.001
	RG	115.253	6.92	1	115.25	2485.26	<0.001
	A/R	87.722	5.26	1	87.72	1891.61	<0.001
	Ambiente	29.985	1.79	1	29.98	646.60	<0.001
	Residui	1074.17	64.42	23163	0.0463		
Totale (corretto)	1632.92		23167				

TG\*: pendenza del sentiero; A/R: verso di percorrenza (andata/salita e ritorno/discesa); Età dei soccorritori; RG\*: pendenza del percorso; Ambiente: bosco o prato

\* Valori assoluti

Nella progressione su sentiero la variabile più influente sulla velocità è la pendenza. La Figura 47 mostra come le velocità maggiori corrispondono a lievi discese, tratti troppo pendenti, anche se percorsi in discesa, comportano uno sforzo maggiore da parte di chi cammina pertanto la velocità si riduce. La massima velocità rilevata corrisponde a 6.08 km/h per una pendenza media in discesa del 2%. Non sono molto diversi i risultati di Ciolli et al. (2006) che ne nel loro studio hanno identificato valori massimi di velocità di cammino pari a 4.5 km/h per discese di 5 gradi indipendentemente dal tipo di ambiente (sentiero o fuori sentiero).

Una delle correlazioni più note tra velocità e pendenza è la regola di Naismith (Figura 46) che fu ideata per stimare il tempo necessario per compiere un'escursione in montagna. Secondo questa regola si impiega un'ora per compiere 5 km a cui devono essere sommati 30 minuti per ogni 300 m di ascesa. La formula presuppone che la persona sia in buona forma fisica ed esperta nella progressione in ambiente montano, tuttavia non considera eventuali tempi morti o la riduzione della velocità che avviene qualora si cammini su terreni difficoltosi o in cattive condizioni atmosferiche. Langmuir (1984) modificò in parte questa regola considerando che gli spostamenti in discesa, oltre una certa pendenza, rallentano la marcia. Dunque, rispetto alla velocità in piano, per dislivelli di 300 metri e con una pendenza tra i 5° e i 12°, il tempo di percorrenza va diminuito di 10 minuti ma, per angoli che eccedono i 12°, è necessario al contrario aggiungerli. Le ricerche condotte da Finnis e Walton (2007) sulla velocità di cammino in ambiente urbano attestano come non ci siano variazioni significative entro i 4° di pendenza, mentre la velocità resta costante tra 5° e 6° per ridursi significativamente oltre questo limite.

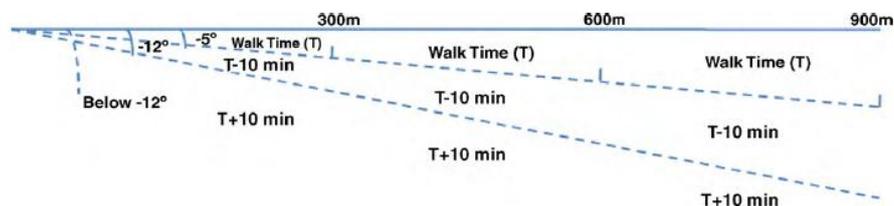


Fig. 1. In descendent slope, Naismith's rule assumes that if walking in the flat area takes Walk Time (T) for every 300 m, then the walk time will be T - 10 min (T - 10) for every 300 m at a slope of -5 degree to -12 degree. For a slope below -12 degree, walk time will plus 10 min (T + 10) for every 300 m.

Figura 46: immagine tratta da Chiou et al. (2010)

La tabella seguente riporta il risultato dei modelli statistici ottenuti.

Tabella 33: modello di velocità per la progressione su sentiero e fuori sentiero

	$\text{Velocità} = 6.83 * e^{(-0.107 * A/R - 0.20 *  TG - 2.52 )}$
Progressione su sentiero	A/R= verso di progressione (1=Andata/salita; -1=Ritorno/discesa) TG*: pendenza del sentiero
	$\text{Velocità} = 4.86 * e^{(-0.061 * A/R - 0.051 * \text{Amb} - 0.137 * \text{Età} - 0.0064 *  RG - 5.34 )}$
Progressione fuori sentiero	A/R= verso di progressione (1=Andata/salita; -1=Ritorno/discesa) Amb= tipologia di ambiente (Amb 1= Bosco; Amb -1= Prato) Età1=Over 35; Età -1=Under 35 RG*: pendenza del percorso

\* Valori assoluti

Nota: i coefficienti sommati o sottratti a ciascun modulo della pendenza sono fattori correttivi calcolati a causa dell'asimmetria delle distribuzioni, come riportato anche da Tobler (1993). Sono stati empiricamente ricavati dall'intersezione tra i modelli di regressione semplice per le due direzioni di marcia (salita e discesa).

Tabella 34: statistiche del modello di velocità per la progressione su sentiero sopra esposto

Modello di velocità	Variabile dipendente	R <sup>2</sup> (adjusted)	F test (p)	Obs.	Terms	Constant/Coefficient		95% Intervallo di confidenza delle differenze		p
						Estimate	Std. error	inferiore	superiore	
Progressione su sentiero	LN(Speed)	75.6	821.86 (<0.001)	531	Constant	1.922	0.0099	1.902	1.941	<0.001
					A/R	-0.107	0.0041	-0.115	-0.099	<0.001
					TG	-0.020	0.0006	-0.021	-0.019	<0.001
Progressione fuori sentiero	LN(Speed)	34.2	3012.11 (<0.001)	23168	Constant	1,581	0.0033	1.574	1.588	<0.001
					A/R	-0.061	0.0014	-0.064	-0.058	<0.001
					Amb	-0.051	0.0020	-0.055	-0.047	<0.001
					Età	-0.137	0.0015	-0.140	-0.134	<0.001
					RG	-0.006	0.0001	-0.006	-0.006	<0.001

TG\*: pendenza del sentiero; A/R: verso di percorrenza (andata/salita e ritorno/discesa); Età dei soccorritori; RG\*: pendenza del percorso; Amb: bosco o prato.

\* Valori assoluti

Nella Figura 47 si riporta in forma grafica quanto risulta dai modelli soprastanti. I valori di velocità fuori sentiero (bosco e prato) rappresentano in questo caso la media della progressione tra gli utenti over 35 e under 35.

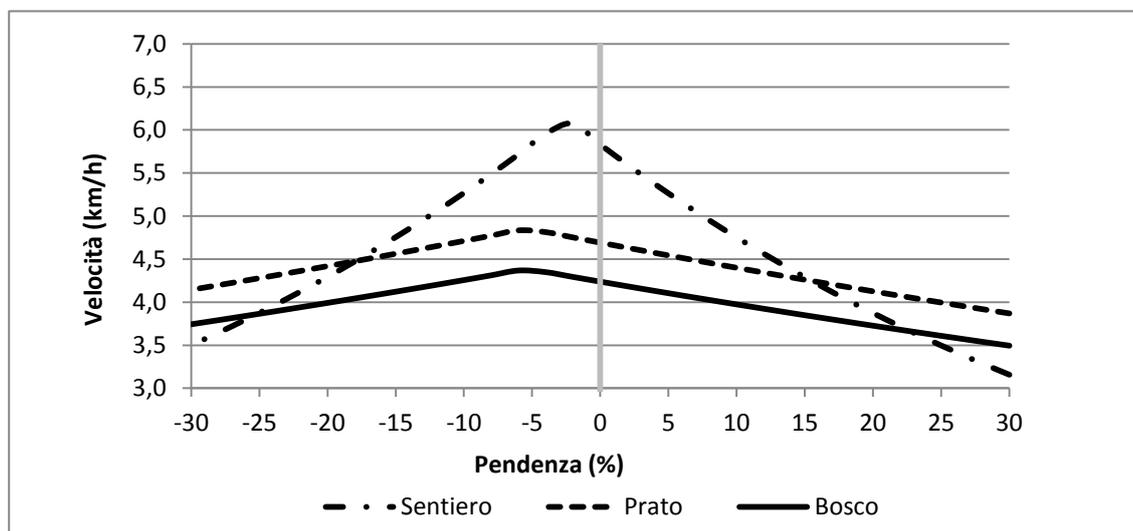


Figura 47: velocità di progressione su sentiero e fuori sentiero

La progressione a piedi lungo la rete sentieristica è risultata essere molto più veloce rispetto a quanto testato fuori sentiero. Lo studio evidenzia una differenza di velocità anche tra le aree boscate e le aree prative tuttavia la tipologia di ambiente, come evidenziato in Tabella 32, non sembra essere molto influente e determina una differenza di velocità di circa 0.4-0.5 km/h. I valori ottenuti sono confrontabili con i risultati di studi condotti in ambiente urbano dove la velocità media per una persona adulta che attraversa la strada è stata stimata tra 1.35 m/s (4.86 km/h) e

1.51 m/s (5.4 km/h) (Bowman and Vecellio, 1994; Knoblauch et al., 1996; Guerrier and Jolibois, 1998; Gates et al., 2006; Fitzpatrick et al., 2006). Ulteriori risultati sulla progressione pedonale su marciapiedi, ottenuti tramite video registrazioni (Willis et al., 2004), hanno evidenziato velocità medie di cammino di 1.47 m/s (5.3 km/h). La velocità pedonale è stata spesso studiata anche per valutazioni in fase di progettazione di aeroporti, metropolitane e altri luoghi soggetti ad alta concentrazione di persone per garantire maggiore sicurezza e velocità di evacuazione in caso di emergenza. La velocità media di cammino in metropolitana per esempio è di circa 1.61 m/s (5.8 km/h) (Hankin e Wright, 1958). Le Faucheuret al. (2007) ha valutato la validità di strumenti GPS low cost testando all'interno di un campo sportivo la progressione a piedi di persone allenate. In condizioni piane e senza ostruzioni di segnale la velocità misurata variava tra 3.5 km/h e 6.3 km/h e gli stessi Schutz e Chambaz (1997) affermano che le persone tendono mediamente ad assumere una velocità loro confortevole che hanno stimato variare tra 4 km/h e 6 km/h. Fin qui emerge che i valori di velocità ottenuti per la progressione in ambiente montano sono paragonabili a quanto ottenuto da ricerche specifiche sulla dinamica di progressione. Tuttavia si deve anche considerare che gli studi precedentemente citati definiscono velocità principalmente testate in ambienti piani, facilmente accessibili e in condizioni ambientali migliori per quanto riguarda la ricezione satellitare, di conseguenza si attenderebbero valori di velocità inferiori per la progressione in un ambiente spesso impervio come quello montano. Ciononostante i risultati sono confrontabili adeguatamente anche con i valori ottenuti in ricerche condotte in questo genere di ambiente (Ciolli et al., 2006; Yamaguchi, 2004). Inoltre valori superiori alla media potrebbero essere anche spiegati dalle particolarità dei rilievi condotti poiché il personale testato è caratterizzato da soccorritori del CNSAS e del Corpo Forestale dello Stato ossia da persone allenate e abituate a muoversi in ambiente montano e gli stessi test sono stati condotti simulando le dinamiche di un intervento di soccorso.

Si passa ora a esaminare i risultati dell'analisi della scabrezza del terreno sulla velocità di cammino valutata nelle due aree di saggio in località M. Corno nel comune di Lusiana. A questo scopo si è utilizzata la metodologia proposta da Pellegrini et al. (2013) per l'estrazione di un indice di accidentalità in aree con copertura forestale densa al fine di valutare l'accessibilità dei veicoli forestali.

Con questo procedimento si è ottenuto un modello digitale del terreno rappresentativo degli oggetti presenti sopra il livello del suolo (Digital Roughness Model, DRM) dove ciascuna cella (10 m<sup>2</sup>) include il valore di altezza dal suolo degli oggetti presenti quali arbusti, massi, ceppaie etc. (Figura 46).

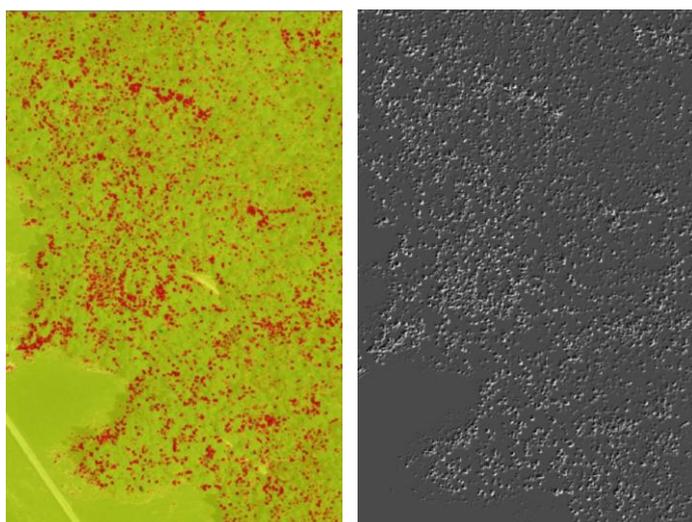


Figura 48: modello digitale del terreno con le informazioni di accidentalità e relativo hillshade. Le aree riportate con colori caldi indicano valori di accidentalità superiori

Successivamente questi valori sono stati mediati per tratti di dislivello omogeneo di 5 m, il valore così ottenuto rappresenta l'accidentalità media che è stata conseguentemente associata alle tracce dei percorsi seguiti dai soccorritori durante i test. Per poter calcolare la pendenza dei percorsi, si è proceduti a suddividerli in tratti ed ad ogni tratta è stata associato il valore di accidentalità medio. Le aree di saggio sono due zone boschive denominate "Bosco 1" e "Bosco 2" e per ciascuna di esse i dati a disposizione fanno riferimento ai percorsi seguiti dal personale under 35 e over 35. La Tabella 35 riporta le principali statistiche descrittive per questi tracciati per ciascuna area di saggio.

Tabella 35: statistiche di sintesi dei dati di accidentalità del bosco

Area di saggio	Accidentalità (m)					
	Media	Q1	Q3	Min	Max	Range
Bosco-1	0.119	0.102	0.137	0.007	1.276	1.268
Bosco-2	0.107	0.089	0.126	0.034	0.143	0.108

Di seguito si riportano i risultati dei modelli lineari generalizzati (GLM), questa analisi è simile a quelle precedentemente condotte per la valutazione della progressione fuori sentiero ma in questo caso tra i fattori influenti sulla velocità è stata considerata anche l'accidentalità.

Tabella 36: modello di velocità per la progressione su sentiero e fuori sentiero

$$\text{Velocità} = 4.61 * e^{(-0,13 * \text{Età} - 0,06 * \text{A/R} - 0,079 * \text{Amb} - 0,0054 * |\text{Pend} + 5,56| + 0,50 * \text{Acc})}$$

Progressione fuori sentiero

A/R= verso di progressione  
(1=Andata/salita; -1=Ritorno/discesa)  
Età =Over 35 (1) ; Età =Under 35 (-1)  
Acc: accidentalità media  
Pend\*: pendenza del percorso

Nota: i coefficienti sommati o sottratti a ciascun modulo della pendenza sono fattori correttivi calcolati a causa dell'asimmetria delle distribuzioni, come riportato anche da Tobler (1993). Sono stati empiricamente ricavati dall'intersezione tra i modelli di regressione semplice per le due direzioni di marcia (salita e discesa).

\* Valori assoluti

Tabella 37: statistiche del modello di velocità per la progressione a piedi valutando l'accidentalità

Modello di velocità	Variabile dipendente	R <sup>2</sup> (adjusted)	F test (p)	Obs.	Terms	Constant/Coefficient		95% Intervallo di confidenza delle differenze		p
		%	-			Predictor	Estimate	Std.error	inferiore	
Progressione fuori sentiero	LN(Speed)	31.5	2115.05 (<0.001)	22989	Constant	1.533	0.0046	1.524	1.542	<0.001
					Amb	-0.079	0.0033	-0.085	-0.072	<0.001
					Età	-0.135	0.0016	-0.138	-0.132	<0.001
					A/R	-0.062	0.0014	-0.065	-0.059	<0.001
					Acc	0.504	0.047	0.412	0.597	<0.001
				Pend	-0.005	0.0001	-0.005	-0.005	<0.001	

Amb: ambiente; A/R: andata/salita e ritorno/discesa; Acc: accidentalità; Pend\*: pendenza del percorso

\* Valori assoluti

Tabella 38: influenza delle singole variabili sui modelli di velocità

Tipo di progressione	Caratteristiche dei percorsi	Sum of square	Sum of square (%)	df	Mean squares	Rapporto F	P-value
Fuori sentiero Zona boscata	A/R	88,16	21,95	1	88,162	1774,13	<0.001
	Pendenza*	81,19	20,22	1	81,192	1633,86	<0.001
	Accidentalità	5,72	14,25	1	5,723	115,16	<0.001
	Età	327,57	8,15	1	327,577	6592,01	<0.001
	Ambiente	28,05	6,98	1	28,048	564,42	<0.001
	Residui	1142,09	28,44	22983			
	Totale (corretto)	1667,61		22988	0,049		

\* Valori assoluti

Questo modello statistico fa emergere maggiormente l'importanza della morfologia dell'ambiente sulla velocità di cammino. La direzione di progressione, la pendenza e l'accidentalità sono risultati, infatti, tra i fattori maggiormente influenti, determinando nel loro insieme il 56.4% della variabilità dei dati raccolti. L'accidentalità del terreno influenza negativamente la velocità di progressione tuttavia in seguito ai rilievi condotti in ambiente si attendeva un decremento della velocità più consistente, in particolare si prevedeva una differenza significativa tra la progressione condotta nell'area denominata "Bosco 1" rispetto all'area "Bosco 2". Quest'ultima, infatti, ad un'analisi visiva sembra molto più accidentata rispetto all'area di saggio "Bosco 1" e la stessa osservazione delle dinamiche di progressione dei soccorritori testati ha permesso di constatare una maggiore difficoltà di cammino. Tuttavia dal confronto statistico delle velocità non sembrano esserci differenze significative tra le due zone, si può quindi pensare che la differenza di accidentalità in questo caso non sia tale da indurre notevoli differenze di progressione. L'accidentalità così come valutata fin'ora dimostra comunque di essere una componente influente sulla velocità di cammino tuttavia l'analisi dei dati di scabrezza forniti dal modello non sembrano fornire un'adeguata precisione per poter indagare con migliore significatività il fenomeno.

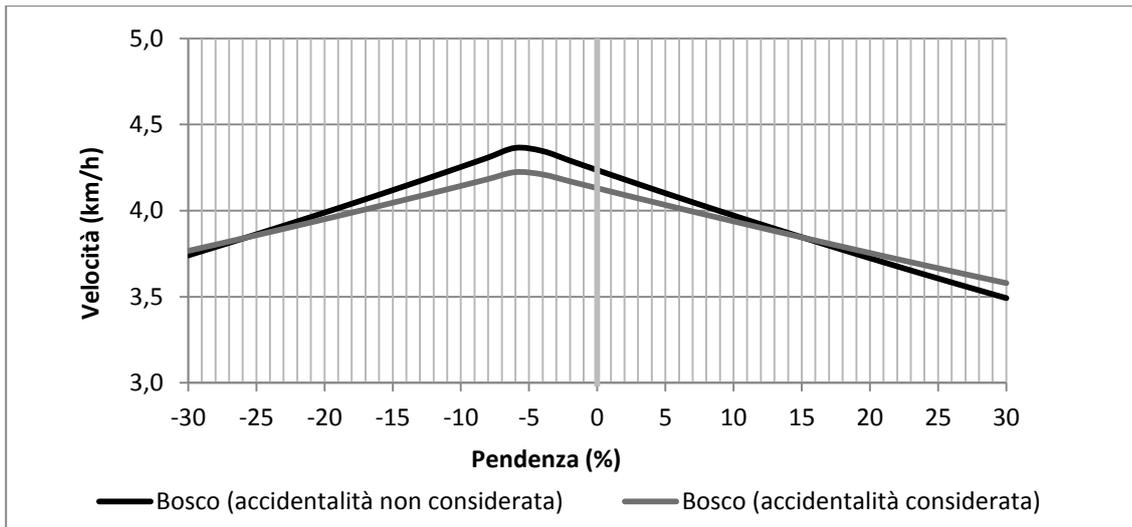


Figura 49: confronto tra i risultati dell'analisi statistica per la velocità di cammino in zona boscata

Questo risultato è probabilmente dovuto all'utilizzo come indice di accidentalità, di un valore reale mediato nello spazio che ha pertanto portato ad omogeneizzare i valori del modello di accidentalità. Inoltre si deve al contempo considerare che il modello digitale del terreno ha una risoluzione di 5x5 m e che l'accidentalità è invece un fattore fortemente variabile che assume quindi caratteristiche puntuali. Infine la precisione dei dati LiDAR dipende anche dalla copertura forestale, infatti, sotto copertura si hanno maggiori difficoltà di estrazione dei punti che appartengono alla superficie e di conseguenza si ha una riduzione della precisione nei modelli digitali del terreno. Questa situazione è dovuta principalmente all'irregolarità della distribuzione dei punti favorita dalla presenza di specie diverse che permettono tassi di penetrazione diversi.

Oltre a queste considerazioni si deve tenere conto anche che quando si cammina ognuno ha la possibilità di scegliere la propria direzione di cammino e si tende spontaneamente ad evitare i tratti più impervi scegliendo percorsi più facili e meno rischiosi. La Figura 50 riporta alcuni esempi delle tracce percorse dai soccorritori durante i test, dove si può osservare come gli operatori, qualora possibile, abbiano sempre camminato lungo le direttrici meno scabrose evitando maggiori difficoltà di progressione.

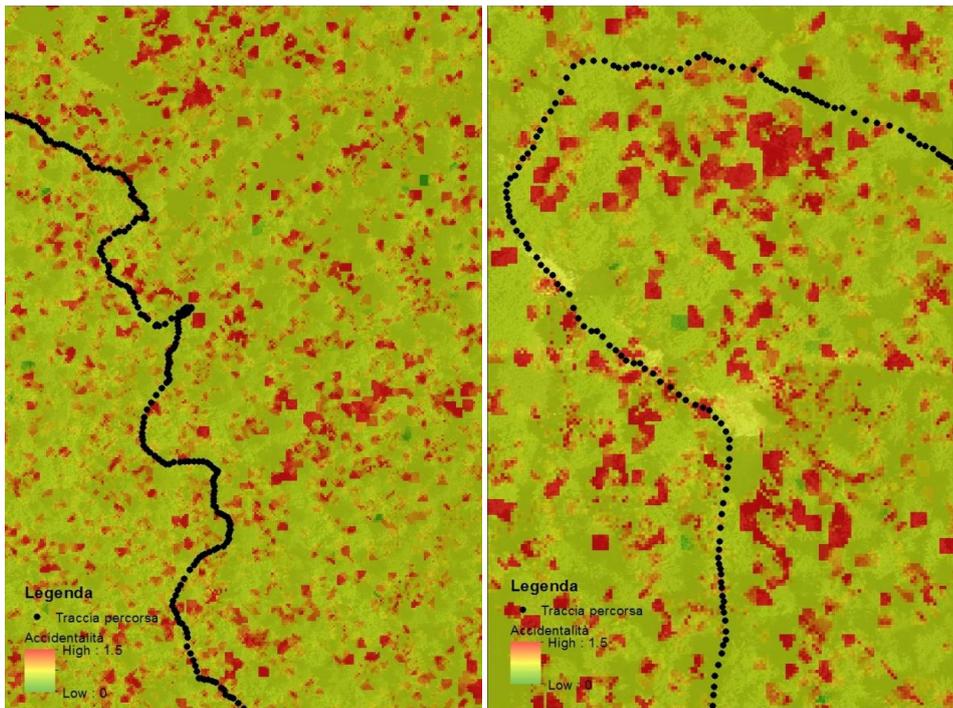


Figura 50: esempio di due tracce percorse dai soccorritori con le informazioni di accidentalità del terreno

Questo comportamento porta a sovrastimare l'accidentalità esistente lungo il tracciato realmente percorso.

Si può quindi concludere che l'utilizzo di dati Lidar per la valutazione dell'influenza della scabrezza del terreno sulla velocità di cammino ha permesso di dimostrare l'esistenza di questa relazione ma per poter fare considerazioni più precise servono indagini più accurate che stimino con maggiore dettaglio la reale accidentalità del territorio per poter confrontarla a posteriori con i risultati del dato LiDAR.

Valutando infine la progressione a piedi in ambiente innevato si può affermare che la velocità media di cammino con le ciaspole è più lenta rispetto alla normale progressione a piedi. Dall'analisi dell'insieme delle velocità studiate nei due ambienti considerati (bosco e prato) si osserva, infatti, una velocità media a piedi di 3.05 km/h e di 2.8 km/h nel caso delle ciaspole.

Il risultato è sicuramente verosimile visto il maggior sforzo che si compie nel camminare con le ciaspole, tuttavia lo scopo di questo studio è quello di osservare come varia la velocità di cammino in situazioni ambientali diverse. Pertanto la scelta di utilizzare le ciaspole o meno nei test condotti è stata fatta in relazione alle caratteristiche del manto nevoso. Quindi i test sono stati condotti a piedi nelle situazioni in cui la copertura nevosa non era molto spessa (mediamente 10 cm) e aveva già subito un processo di trasformazione, nella seconda situazione invece la neve era molto più alta e fresca pertanto l'uso delle ciaspole era essenziale.

Tabella 39: statistiche descrittive della progressione in ambiente innevato

Tipo progressione	Velocità			Pendenza			Valori osservati (n.)
	Media (km h <sup>-1</sup> )	q 0.05 (km h <sup>-1</sup> )	q 0.25 (km h <sup>-1</sup> )	Media (%)	q 0.05 (%)	q 0.25 (%)	
Ciaspole	2.80	2.26	3.56	21.50	12.12	27.23	7681
Piedi (senza ausili)	3.05	2.24	3.96	23.78	16.79	27.26	4449

Tabella 40: risultati del test di Mann Whitney

Assunzione	Obs.	Mediana		
$H_0$			W	p
	(n.)	( $\text{km h}^{-1}$ )		
Ciaspole	7681	2.878		
=			45402561,0	<0.001
Piedi (senza ausili)	4449	2.874		



Figura 51: situazione della neve durante i test a piedi (senza ausili)



Figura 52: situazione della neve durante i test con le ciaspole

La Tabella 41 mostra un confronto tra le velocità testate nelle situazioni senza neve e innevate evidenziando in quest'ultimo caso una maggiore difficoltà di spostamento.

Tabella 41: confronto tra le velocità di progressione in ambiente innevato e senza neve

Ambiente	Modalità di progressione	Velocità			Pendenza			Valori osservati (n.)
		Media ( $\text{km h}^{-1}$ )	q 0.05 ( $\text{km h}^{-1}$ )	q 0.25 ( $\text{km h}^{-1}$ )	Media (%)	q 0.05 (%)	q 0.25 (%)	
Senza neve	Piedi	4.29	3.45	5.15	21.755	6.03	31.53	11584
Innevato	Ciaspole	2.80	2.26	3.56	21.50	12.12	27.23	7681
	Piedi (senza ausili)	3.05	2.24	3.96	23.78	16.79	27.26	4449

Un'analisi dettagliata della velocità in ambiente innevato dovrebbe considerare la situazione in modo più accurato e preciso relazionandola anche alle caratteristiche del manto nevoso. Tuttavia una simile procedura esula dagli obiettivi del presente studio per cui si è ritenuto opportuno analizzare in modo più generale il fenomeno, senza evidenziarne ulteriori dettagli.

### 3.5. VALUTAZIONE DEI TEMPI DI INTERVENTO MEDIANTE MODELLO GIS

Il modello GIS per la valutazione dei tempi di accesso ha una struttura molto articolata che viene riportata schematicamente in Figura 53. Si passerà di seguito ad analizzarlo nelle sue principali componenti:

- valutazione della pendenza della viabilità esistente nell'area in esame (1)
- calcolo dei tempi di accesso lungo la viabilità secondaria (2)
- calcolo dei tempi di accesso per la progressione fuori sentiero (3)
- tempi di accesso totali (4)

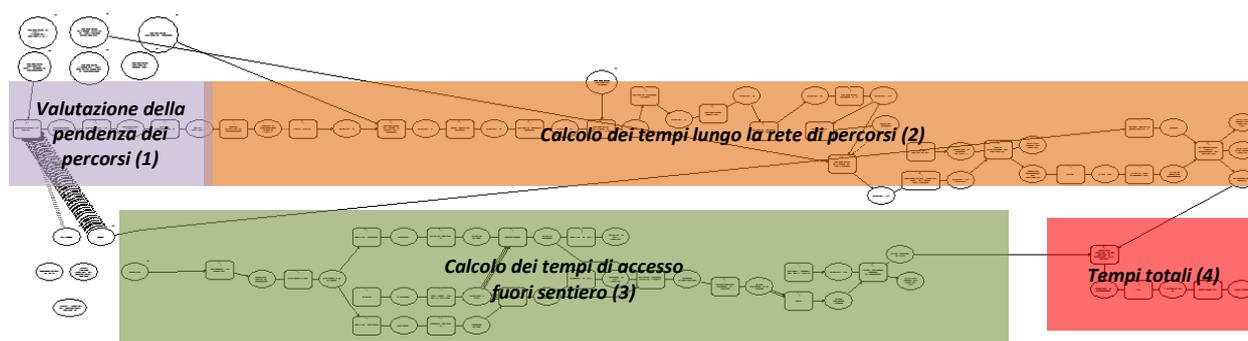


Figura 53: struttura totale del modello

#### - Valutazione della pendenza dei percorsi esistenti nell'area in esame

A questo scopo si è estratta la viabilità secondaria dell'area in esame, intesa come l'insieme della rete sentieristica, delle strade agro-silvo-pastorali e delle strade multifunzione la cui percorribilità rientra nelle classi definite dai codici 3, 4, 5, 0 (Tabella 8). Attorno a questa rete di percorsi è stata creata un'area buffer in cui estrarre successivamente la pendenza, in questo modo il processo di elaborazione è risultato più speditivo. Il calcolo della pendenza è stato svolto per tratti di percorsi omogenei, ottenuti dalla loro suddivisione in corrispondenza delle isoipse.

A partire dal modello digitale del terreno (DEM) si sono quindi estratte dapprima le curve di livello per un'equidistanza di 10 m, successivamente la viabilità secondaria è stata suddivisa in corrispondenza di ogni isoipsa. Ciascuna tratta così ottenuta è caratterizzata da un punto iniziale e un punto finale per i quali si sono estratte le relative quote altimetriche dal DEM. Conoscendo quindi per ciascuna tratta sia il dislivello (10 m) sia la lunghezza si è riusciti a calcolare la pendenza.

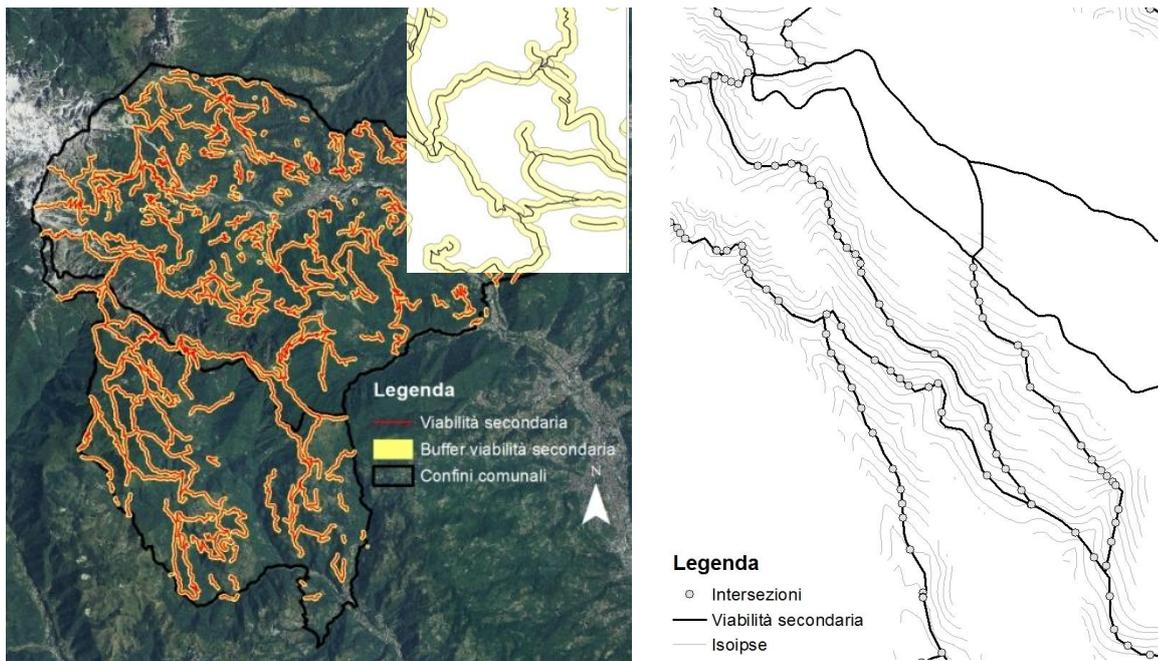


Figura 54: area buffer lungo la rete di percorsi secondari (sx); intersezioni tra isoipse e la rete di percorsi secondari (dx)

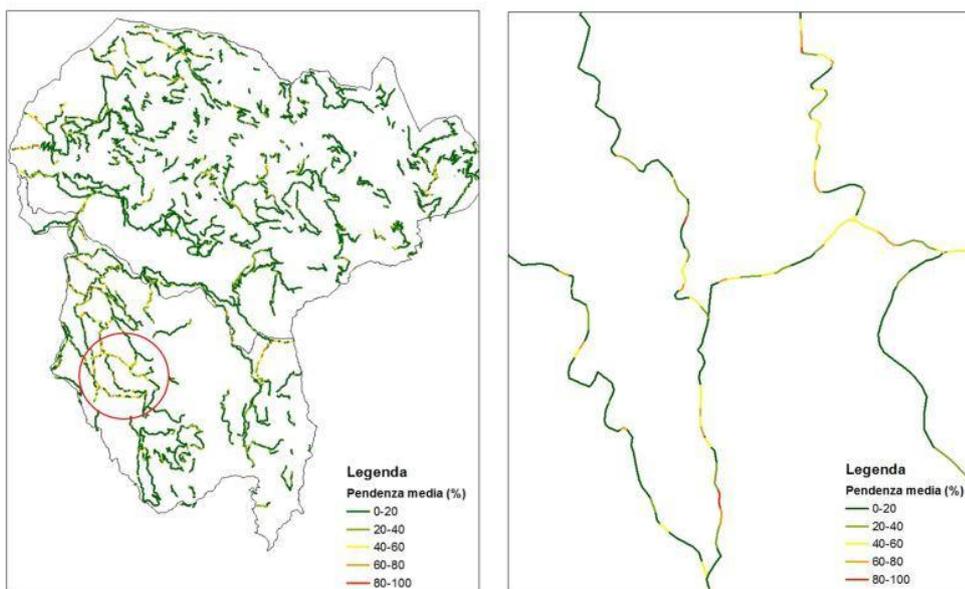


Figura 55: risultato dell'estrazione della pendenza per la viabilità secondaria

### - Calcolo della velocità media lungo la viabilità secondaria

Lungo la viabilità secondaria qualora le condizioni del fondo, la larghezza e la pendenza lo permettono, la progressione può avvenire con automobili 4x4 di piccole dimensioni o con veicoli quad, in tutte le altre situazioni la percorrenza è esclusivamente pedonale. Queste diverse modalità di accesso garantiscono velocità di intervento diverse pertanto in questa seconda parte il modello ha calcolato la possibile velocità di progressione in relazione alla tipologia di percorso e quindi in relazione alle modalità di percorrenza possibili. Pertanto dapprima sono state selezionate le tipologie di percorsi identificando così quelli esclusivamente pedonali da quelli in cui è possibile l'utilizzo di un veicolo, successivamente attraverso lo strumento "Calculate field" si è potuto

applicare a ciascuna selezione le relative funzioni di velocità stimate in precedenza e di seguito riportate.

Per la viabilità secondaria in cui la progressione con veicoli è possibile, la funzione applicata è la seguente:

$$\text{Velocità} = 23.42 * e^{(-0,533 * V - 0,224 * Tr - 0,022 * (|RG + 1.12|)}$$

Dove “V” rappresenta la tipologia di veicolo e assume valore 1 se auto e -1 se quad, “Tr” rappresenta la tipologia di tracciato e assume valore -1 per le strade secondarie percorribili con automobile mentre assume valore 1 se si tratta di strade secondarie o sentieri le cui condizioni non permettono il passaggio di un’auto 4x4 ma possono permettere l’uso di un quad. Infine RG rappresenta la pendenza del percorso stimata nella prima parte del modello.

Per la viabilità secondaria e la rete sentieristica ad esclusiva percorrenza pedonale la funzione calcolata è:

$$\text{Velocità} = 6.83 * e^{(-0.107 * A/R - 0.20 * |RG - 2.52|)}$$

Dove la direzione di cammino (A/R) considerata è l’andata ed RG rappresenta la pendenza del percorso stimata nella prima parte del modello.

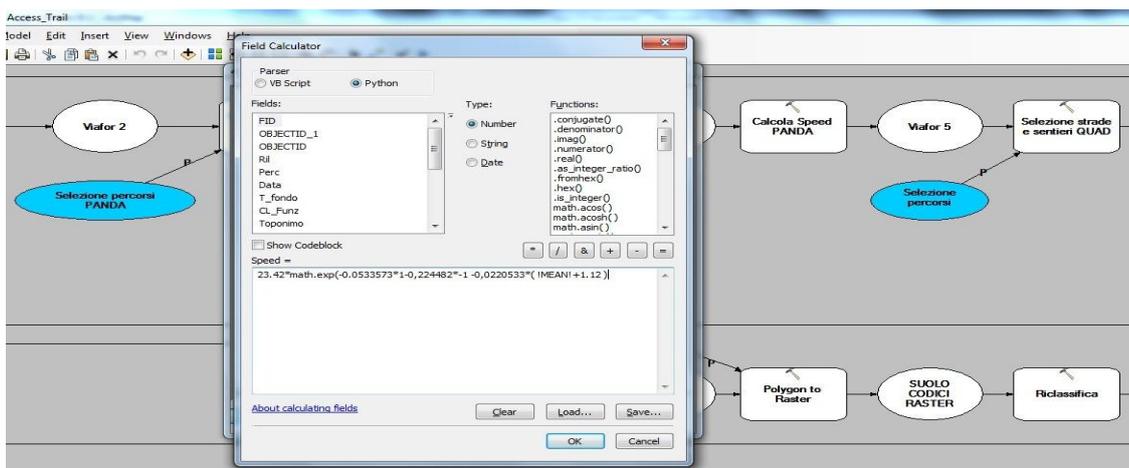


Figura 56: esempio di calcolo della velocità dell’automobile lungo i percorsi secondari

### - Calcolo della velocità media per la progressione fuori sentiero

La velocità di cammino fuori sentiero viene calcolata separatamente per le due principali tipologie di ambienti della zona montana ossia le aree boscate e le aree di prateria (prati e pascoli). Queste zone sono state ricavate dalle carte degli usi del suolo e delle tipologie forestali presenti in Veneto le cui categorie sono state opportunamente raggruppate e riclassificate per essere ricondotte a due semplici distinzioni, ossia le aree boscate e le aree prative. Una prima classificazione ha definito otto macrocategorie alle quali è stato successivamente affidato un codice distintivo da 0 a 2 come indicato in Tabella 42 dove il valore 1 corrisponde a tutte le categorie riconducibili alle zone a prato/pascolo e il valore 2 alle zone boscate, il valore 0 include le aree non valutate dal modello, ossia le aree urbane e quelle inaccessibili a piedi.

Tabella 42: nuova categorizzazione delle tipologie d'uso del suolo in funzione del modello GIS

Raggruppamento delle tipologie d'uso del suolo	Codici di riclassificazione
Tessuto urbano	0
Colture erbacee di pianura	1
Colture arboree (vigneti-frutteti-oliveti...)	1
Colture erbacee di montagna (prati-pascoli)	1
Bosco latifoglie	2
Bosco conifere	2
Arbusteti (mughete incluse)	0
Rocce- Ghiaioni-Corpi d'acqua	0

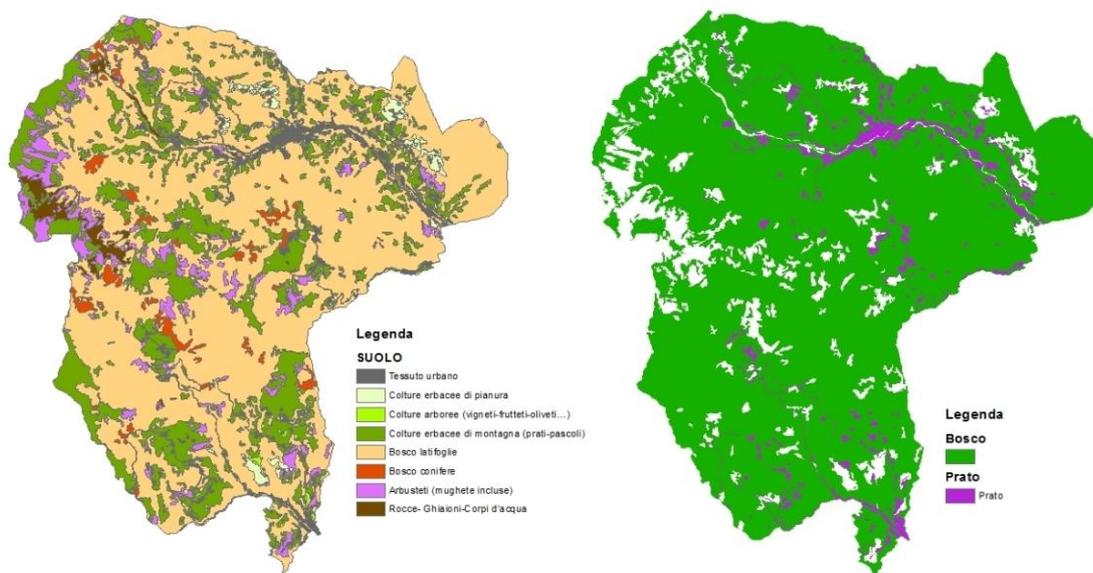


Figura 57: a sinistra la carta d'uso del suolo riclassificata in otto categorie e a destra il raggruppamento delle aree sulla base delle due categorie di interesse

Dopo aver definito le aree boscate e prative il modello passa a calcolare le velocità di percorrenza fuori sentiero attraverso le funzioni precedentemente stimate:

$$\text{Velocità} = 4.86 * e^{(-0.061 * A/R - 0.051 * \text{AMB} - 0.137 * \text{Età} - 0.006 * |RG - 5.34|)}$$

Dove il verso di progressione (A/R) considerato è l'andata, l'ambiente assume valore 1 se bosco e valore -1 se prato. La classe di età considerata è la Over 35 ed RG è la pendenza del versante.

### - Calcolo dei tempi di accesso

A questo punto il modello include l'informazione di velocità che è possibile sostenere per ciascun tipo di progressione praticabile in caso di intervento a terra. Con il passo successivo si è calcolato il tempo di percorrenza ossia il rapporto tra la distanza percorsa e la velocità. Finora l'informazione di velocità è nota e manca invece la conoscenza della distanza per la cui definizione si è utilizzata la funzione "Path Distance" che calcola direttamente il tempo di percorrenza in un solo passaggio per ciascuna tipologia di percorso. Questo strumento permette di definire la distanza da un prestabilito punto di partenza considerando un fattore di costo. Considerando che l'intervento prevede la possibilità di spostarsi lungo la rete di percorsi esistenti o fuori sentiero si sono di

conseguenza considerate due zone di partenza. La prima zona è rappresentata dalla viabilità principale che definisce il punto da cui le squadre di soccorso ipoteticamente abbandonano la viabilità asfaltata, la seconda zona di partenza è rappresentata dal punto in cui le squadre devono abbandonare la viabilità secondaria per proseguire fuori sentiero. Pertanto i tempi di accesso lungo la viabilità secondaria sono calcolati a partire dalle strade principali (ossia quelle asfaltate) mentre i tempi di percorrenza fuori sentiero sono calcolati a partire dalla viabilità secondaria. Il fattore di costo è il tempo di percorrenza di una cella *raster*. Pertanto il modello dapprima trasforma le informazioni di velocità in formato *raster* e successivamente ne calcola la funzione inversa, definendo così il tempo di percorrenza di ciascuna cella che rappresenta quindi il costo di attraversamento della stessa. La funzione "*Path Distance*" calcola di conseguenza la distanza e restituisce il tempo di percorrenza per le aree fuori sentiero e lungo la rete viabile in base al punto di partenza restituendo un valore accumulato lungo la rete di percorsi. Un esempio di questo passaggio è rappresentato dalla Figura 58 che nell'immagine di sinistra riporta la viabilità presente in un'area di dettaglio secondo la relativa classe funzionale e percorribilità mettendo in evidenza la presenza di strade principali e percorsi secondari, questi ultimi rappresentati da strade secondarie e sentieri. Alcune strade secondarie sono percorsi forestali o multifunzione praticabili da auto 4x4, altri possono essere percorsi solo con veicoli quad. Anche una parte della rete sentieristica presentata è percorribile con quad. In relazione al tipo di mobilità garantita il modello calcola il tempo necessario per percorrere questa rete di percorsi, come esemplificato nella parte destra della stessa figura dove con una linea spessa nera è rappresentata la viabilità primaria, ossia la viabilità a partire dalla quale il modello inizia a calcolare il tempo di accesso lungo i percorsi secondari. Si può quindi osservare come per tutti i tratti della viabilità secondaria prossimi alle strade principali i tempi di accesso siano inferiori a 5 minuti e tendano ad aumentare mano a mano che il percorso si sviluppa allontanandosi dalle stesse.

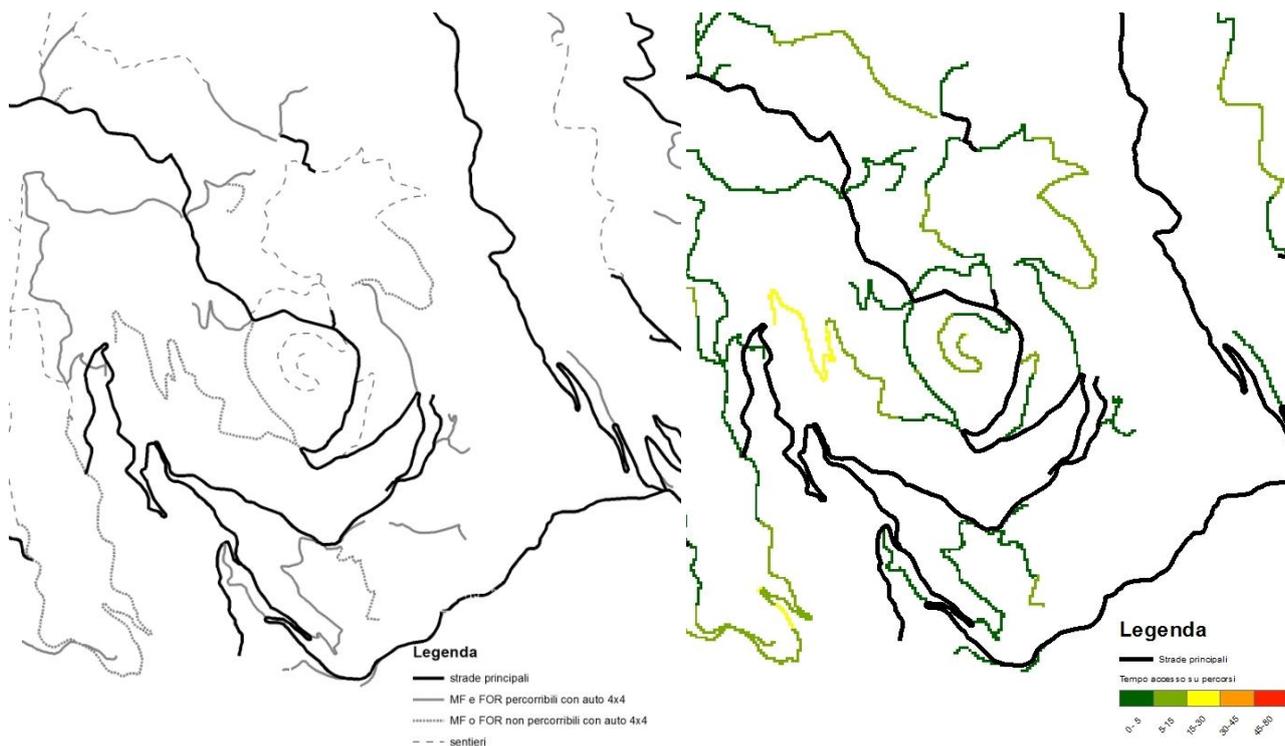


Figura 58: rappresentazione della rete di percorsi secondo la relativa classe funzionale nella figura a sx e secondo i tempi di percorrenza nella figura a dx.

Dopo aver calcolato il tempo di percorrenza lungo i tracciati esistenti il modello calcola il tempo di accesso per le zone fuori sentiero. In questo caso la viabilità secondaria è stata considerata quale punto di partenza per iniziare a calcolare i tempi di cammino.

La Figura 59 riporta un esempio di questo passaggio, l'immagine a sinistra rappresenta un dettaglio della zona così come visibile dall'ortofoto, in cui è stata messa in evidenza la rete viabile. L'immagine di destra riporta la stessa area di dettaglio, rappresentando i tempi di accesso per la progressione fuori sentiero. I colori della mappa differenziano le aree in base alle classi di tempo considerate, il colore nero rappresenta le aree raggiungibili in più di 30 minuti a partire dalla viabilità secondaria più prossima. Le zone prive di colore sono le aree che il modello non ha valutato poiché troppo pendenti o non accessibili quali ripidi canali, pendii rocciosi o zone ricoperte da densi arbusteti in particolare mughete e alnete. Queste aree non sono considerate, infatti, idonee per la normale progressione a piedi.

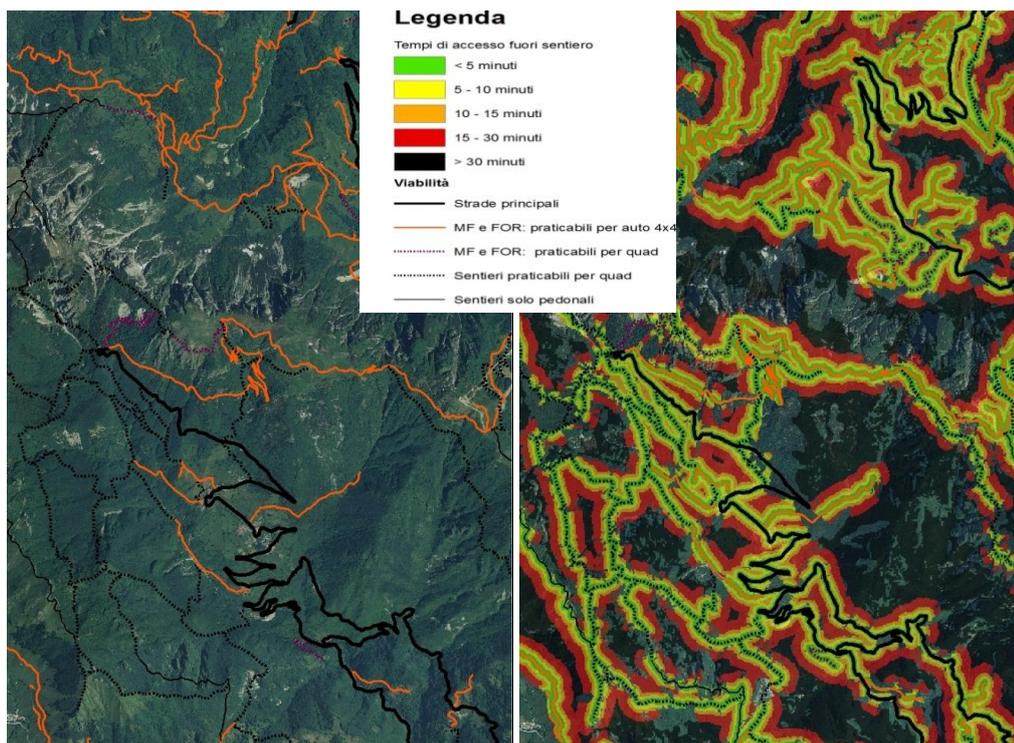


Figura 59: a sinistra dettaglio di un'area con relativa viabilità e ortofoto. A sinistra la stessa area è rappresentata in termini di tempi di accesso fuori sentiero

Riassumendo, il modello ha finora calcolato i tempi di accesso lungo la rete secondaria accumulandoli alla strada principale più vicina e i tempi di cammino fuori sentiero accumulandoli al più vicino tratto della rete secondaria. Successivamente questi valori sono stati sommati per ottenere il tempo totale di accesso all'area di studio.

La Figura 60 riporta la mappa risultata del modello di accessibilità per l'intera area di studio calcolata simulando la situazione attuale in cui l'intervento motorizzato a terra prevede il solo utilizzo di auto 4x4 e laddove questo non è possibile l'intervento prosegue a piedi. I colori rappresentati nella mappa indicano cinque classi di accessibilità dove in verde sono rappresentate le zone raggiungibili più velocemente, mentre in grigio le zone raggiungibili in oltre trenta minuti. La figura riporta anche un dettaglio dell'area di studio dove si può vedere come, per raggiungere la località "Purga di Durlo" sia possibile partire dalla vicina strada principale e seguire il sentiero che conduce alla sommità. Secondo le velocità stimate per i soccorritori a piedi, la zona potrebbe essere raggiunta in circa 15 minuti. Si può inoltre osservare come per la progressione fuori sentiero il tempo di accesso aumenta all'aumentare della distanza dal sentiero stesso.

L'obiettivo di questo lavoro mira a valutare la differenza di accessibilità di un'area montana in relazione allo stato della viabilità secondaria esistente e quindi alla possibilità di accedervi con tipologie di veicoli diversi. Con questo scopo si è quindi valutato anche l'uso di quad e si è potuto osservare come la progressione di questi veicoli lungo questo tipo di viabilità garantisca maggiore velocità e adattabilità rispetto all'utilizzo di un'auto 4x4. Applicando quindi nel modello GIS le formule di velocità di questo tipo di veicoli si ottiene un secondo scenario in cui si prevede che l'intervento a terra motorizzato venga svolto esclusivamente con l'utilizzo di un quad e la progressione a piedi è considerata solo laddove le condizioni della rete viabile secondaria non rendono possibile procedere in modo motorizzato.

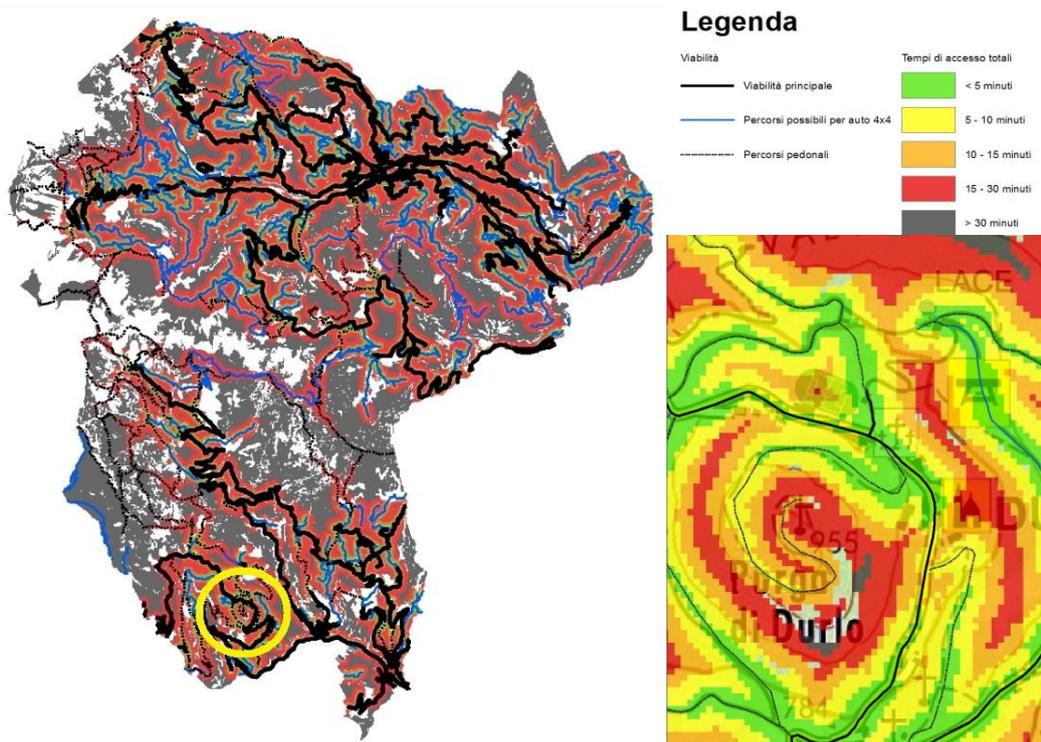


Figura 60: output del modello di accessibilità, la zona cerchiata rappresenta l'area di dettaglio riportata a fianco

Un confronto tra i due scenari è riportato in Figura 61 per due zone di esempio. Le mappe a destra rappresentano i tempi di accesso possibili nel caso in cui l'intervento motorizzato sia fatto totalmente con un quad (scenario 2), mentre le mappe a sinistra evidenziano i tempi nel caso venga utilizzata solo un'auto 4x4 (scenario 1). In entrambi i casi laddove la rete di percorsi non consente di procedere con veicoli, il modello ha considerato la velocità di progressione a piedi. In entrambi gli esempi si possono notare le differenze tra i due scenari osservando come con l'uso del quad le tempistiche di accesso all'area siano più veloci e il territorio raggiungibile sia più vasto. Questi veicoli infatti, permettono di raggiungere lungo la rete di strade secondarie, velocità superiori rispetto alle auto e possono altresì essere guidati su strade secondarie e sentieri in cui non sarebbe altrimenti possibile accedere con veicoli. L'automobile permette una buona mobilità sul territorio esaminato ma permette di utilizzare una porzione di viabilità minore rendendo necessario l'intervento a piedi su un'area più vasta rallentando di conseguenza i tempi di intervento.

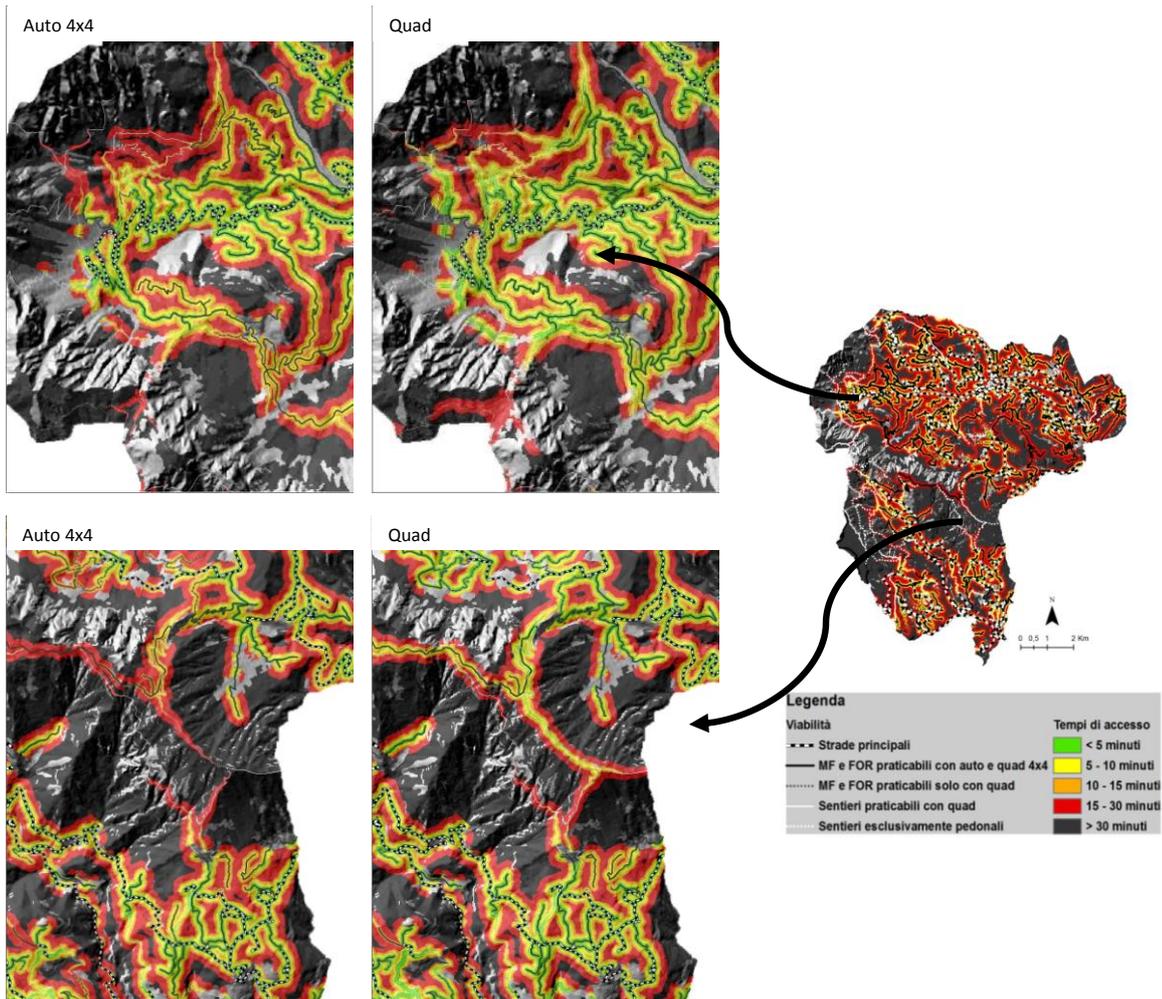
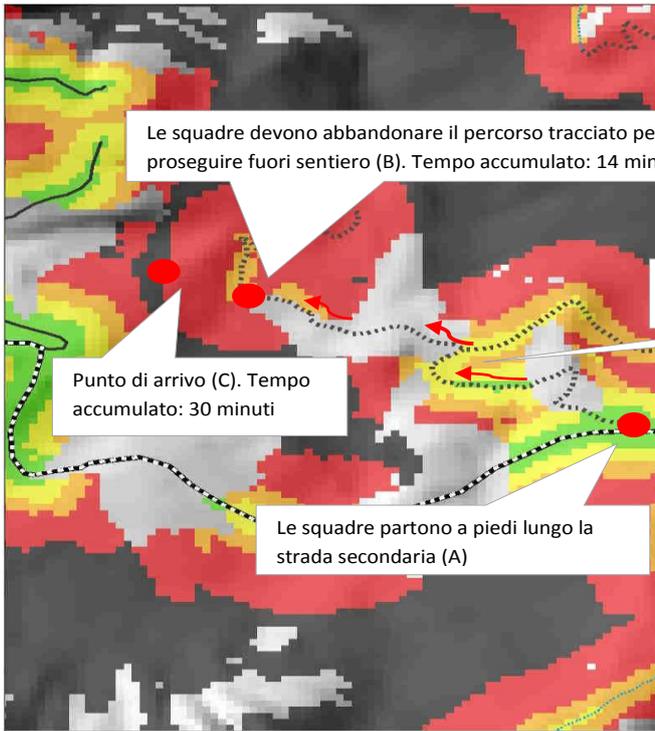


Figura 61: dettaglio di confronto tra l'uso di un quad e di un'automobile nelle operazioni di soccorso.

Un ulteriore esempio è stato riportato nelle Figure 62 e 63 che indicano per due aree di dettaglio le dinamiche di un probabile intervento nei due scenari ipotizzati. Nella Figura 62 le squadre devono raggiungere la zona C partendo dal punto A da dove si sviluppa una strada secondaria le cui condizioni non permettono l'utilizzo dell'auto, pertanto i soccorritori devono procedere a piedi. Il primo tratto di percorso segue pertanto questa traccia fino al punto B dove il modello ha stimato un tempo di accesso di 14 minuti. A partire da questo punto le squadre iniziano a muoversi fuori sentiero per raggiungere la zona di interesse (punto C) il cui tempo di arrivo è stato stimato in 30 minuti. Ipotizzando il secondo scenario, la stessa situazione si presenta diversamente poiché dal punto A le squadre possono intervenire utilizzando un quad fino al punto B dove arrivano in circa 5 minuti, solo successivamente sono costrette a proseguire a piedi. Il tempo totale per raggiungere il punto C in questo caso è stato stimato pari a 18 minuti. Anche il secondo esempio applicativo (Figura 63) evidenzia come il tempo di accesso garantito dall'uso di veicoli quad sia inferiore rispetto all'auto. Il quad in questo caso permette di velocizzare la progressione sulla strada secondaria che sarebbe stata altrimenti percorsa dall'auto e garantisce l'accesso motorizzato anche lungo il sentiero dal punto B al punto C. La scelta di riportare due situazioni opposte (scenari 1 e 2) per la valutazione dell'intervento motorizzato è stata dettata dalla necessità di mettere al meglio in evidenza le differenze di accessibilità dovute ai due diversi veicoli. Tuttavia valutare l'efficacia di un intervento solo in relazione alle tempistiche di accesso è riduttivo

e poco realistico poiché si dovrebbero considerare anche altri fattori influenti. L'utilizzo del quad, infatti, rende sicuramente più veloce l'arrivo delle squadre di soccorso nella zona ma rende difficile o impossibile il trasporto delle persone infortunate poiché si riuscirebbe a trasportare al massimo una persona e questa dovrebbe essere vigile e illesa per poter gestire i continui sobbalzi e percussioni che la guida di questo veicolo comporta. In quest'ottica l'automobile risulta molto più pratica. Risultati più realistici potrebbero essere ottenuti previo un'adeguata valutazione delle caratteristiche della viabilità secondaria in relazione a queste finalità, valutando anche come il miglioramento della rete esistente possa talvolta favorire una maggiore accessibilità ad aree attualmente difficilmente raggiungibili. Le situazioni rappresentate dai due scenari rappresentano quindi due casi estremi che non si intende proporre come casi operativi ma come due esemplificazioni di quanto le condizioni della viabilità secondaria possano influire sull'accessibilità di un territorio. Dovrà essere interesse delle amministrazioni locali valutare la propria rete per capire quali percorsi siano accessibili ai quad considerando che in alcuni casi la semplice sistemazione di alcuni tratti può essere sufficiente per garantirne il passaggio. Le condizioni delle strade secondarie nell'area in esame sono generalmente buone ed eventuali miglioramenti e opere di manutenzione potrebbero favorire il passaggio di auto 4x4. Le condizioni della rete sentieristica sono invece notevolmente diverse poiché questo genere di percorsi è mantenuto esclusivamente per finalità turistiche e quindi per l'accesso esclusivamente pedonale. In molti casi i percorsi risultano comunque accessibili con dei veicoli quad mentre in altre situazioni le caratteristiche della rete sono tali da escluderne completamente il passaggio. Tuttavia se i sentieri venissero considerati anche in relazione a questa loro funzione, piccoli accorgimenti o miglioramenti del fondo potrebbero garantire un grande miglioramento dell'accessibilità. In zone simili all'area di studio in cui numerosi percorsi sono stati costruiti per scopi militari o dove molti sentieri ricalcano antiche mulattiere, si potrebbero per esempio recuperare molti percorsi.

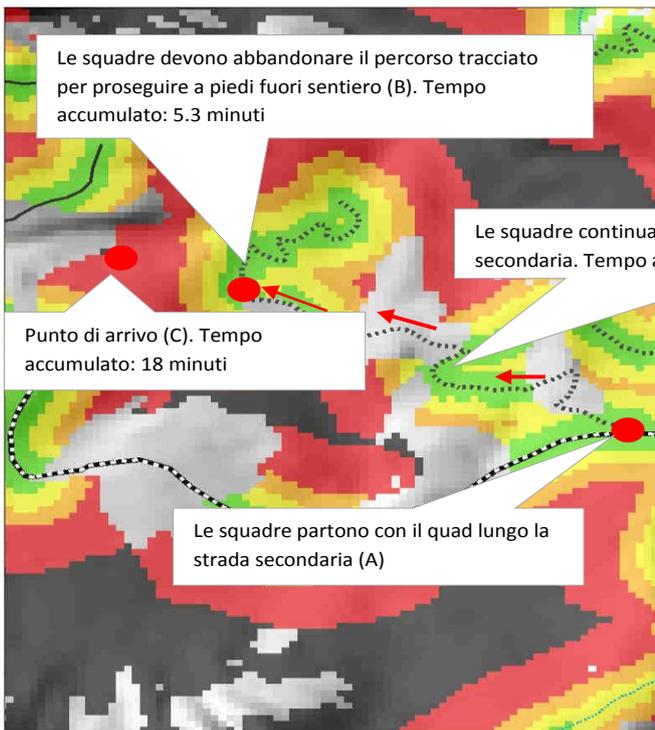


Scenario 1: il veicolo in uso laddove possibile è un'automobile 4x4

Le squadre continuano a proseguire a piedi lungo la viabilità secondaria. Tempo accumulato: 9.5 minuti

Punto di arrivo (C). Tempo accumulato: 30 minuti

Le squadre partono a piedi lungo la strada secondaria (A)



Scenario 2: il veicolo in uso laddove possibile è un quad

Le squadre continuano a proseguire con il quad lungo la strada secondaria. Tempo accumulato: 2.7 minuti

Punto di arrivo (C). Tempo accumulato: 18 minuti

Le squadre partono con il quad lungo la strada secondaria (A)

### Legenda

- Viabilità
- Strade principali
  - MF e FOR: praticabili con auto 4x4 o con quad
  - MF e FOR: praticabili solo con quad
  - Sentieri praticabili con quad
  - Sentieri esclusivamente pedonali

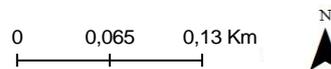


Figura 62: primo esempio applicativo



#### 4. CONCLUSIONI

La frequentazione turistica delle zone montane ha avuto nel corso del tempo un notevole incremento e il territorio, che un tempo era frequentato quasi esclusivamente da chi vi viveva, è oggi sempre più spesso meta di svago che si concretizza nelle più svariate forme. Le zone montane e collinari sono oggi giorno frequentate da numerose persone che vi si recano per un maggior contatto con la natura o per cimentarsi in attività sportive. *Bikers*, escursionisti, persone a cavallo, amanti della fotografia, arrampicatori, deltaplanisti sono solo alcune delle numerose figure che oggi frequentano queste zone. Il grande interesse che si sta diffondendo verso queste forme di svago all'aria aperta non sembra però essere sempre corrisposto da una particolare conoscenza delle aree ricreative. Le persone, infatti, ormai sempre più abituate alla vita cittadina e ad impieghi lavorativi lontani dal mondo rurale, hanno perso la conoscenza e la familiarità con questi ambienti e questo aspetto si riscontra spesso nella superficialità con cui a volte vengono intraprese certe attività e con la noncuranza dei pericoli a cui si va incontro con determinati comportamenti. Osservando i dati degli interventi del Soccorso Alpino si può constatare che la maggior parte degli incidenti in montagna è generata da superficialità ed incapacità di valutazione dei rischi, soprattutto nella pratica escursionistica dove l'elevato numero di persone che pratica questa attività non è sempre adeguatamente preparato. Molti quindi sono i turisti di montagna che, non avendo maturato conoscenze ed esperienze idonee per capire certi rischi, spesso restano ingannati da situazioni apparentemente tranquille. L'incidente è ovviamente una fatalità che può accadere a chiunque, ma che spesso dipende anche dalle proprie capacità e questa considerazione è dimostrata per esempio dalla differenza del tasso di incidenti tra escursionisti e alpinisti. A volte manca la consapevolezza che l'ambiente montano è un ambiente impervio e che come tale richiede una certa preparazione fisica e mentale anche nella pratica delle attività apparentemente più semplici come l'escursionismo; si deve considerare che ci si può imbattere in situazioni impreviste ed in tali casi si dovrebbe ipoteticamente essere in grado di affrontarle. In questo ambiente i soccorsi sono più lenti e difficoltosi e non si deve dimenticare che ogni intervento può comportare un pericolo anche per i soccorritori che intervengono. Questi aspetti non sono però sempre tenuti in considerazione da chi si accinge a frequentare queste zone. In questi termini quindi si tende a non considerare alcune caratteristiche tipiche delle zone montane in cui anche solo il cambiamento della situazione meteorologica può trasformarne le condizioni.

Un esempio di questo atteggiamento può essere l'aumento delle persone recuperate illese e quindi le richieste di soccorso per situazioni non particolarmente gravi. Questo fatto potrebbe essere in parte dovuto alla maggiore facilità attuale di allertare i soccorsi, grazie per esempio all'uso del cellulare, ma spesso indica anche una maggiore propensione delle persone a chiedere aiuto poiché incapaci di affrontare certe situazioni a cui non sono preparate. L'aumento degli incidenti è confermato anche a livello internazionale e porta a un aumento dell'operatività delle squadre di soccorso; ciò induce quindi all'opportunità di analizzare tutti gli elementi che possano contribuire a migliorare tale operatività. L'analisi della viabilità, nelle sue componenti agro-silvo-pastorale e sentieristica, può essere in questo contesto un ambito di notevole interesse poiché la rete di percorsi esistente in un territorio potrebbe essere gestita anche in relazione a questi aspetti. La viabilità considerata in questo studio è rappresentata dall'insieme delle strade

secondarie e dei sentieri del territorio collinare-montano la cui gestione è finalizzata a due principali funzioni: quella turistica e quella produttiva. Quest'ultima è soprattutto relativa alle strade multifunzione o forestali che sono mantenute principalmente per finalità silvo-pastorali. La gestione della rete sentieristica ha invece finalità prevalentemente turistiche. Nel territorio montano della fascia pedemontana i sentieri si alternano e si integrano spesso alla viabilità silvo-pastorale, costituendo una rete estesa e capillare di strade e tracciati minori che dovrebbe essere valutata, non solo per la funzione turistica, ma anche per l'importanza che può rivestire nel garantire il passaggio delle squadre di soccorso in caso di interventi a terra. Da questo punto di vista la viabilità dovrebbe essere considerata come una rete di percorsi a diversa mobilità che dai fondovalle, caratterizzati dalle grandi arterie viabili percorribili con qualsiasi tipo di veicolo, risale le vallate, trasformandosi in una viabilità che via via si modifica in termini di velocità di percorrenza e di adeguatezza ai vari mezzi e che si articola successivamente nella rete di percorsi non asfaltati percorribili solo con alcune tipologie di mezzi che conducono all'ultima parte di questa capillare rete costituita dai sentieri dove la percorribilità è tipicamente pedonale. La rete sentieristica è quindi parte della rete viabile di un territorio e garantisce il passaggio a zone altrimenti irraggiungibili. Oggigiorno questa rete sta acquisendo sempre maggiore importanza riguardo al grande interesse turistico dei territori montani e alla grande varietà di attività che ne conseguono. La gestione della viabilità minore merita quindi un'attenzione diversa dal passato che prenda in considerazione l'importanza che oggi questa rete riveste.

In questo lavoro si è considerato il ruolo che la viabilità secondaria può avere nel favorire gli interventi di soccorso poiché non è sempre possibile intervenire con l'impiego di elicotteri. Laddove quindi l'intervento a piedi è ancora preponderante si deve considerare che la velocità con cui i soccorritori raggiungono l'infortunato è spesso di fondamentale importanza e che le caratteristiche di percorribilità di un territorio concorrono in questo caso a determinarne i tempi di accesso. L'intervento ovviamente è più veloce e favorito laddove si ha la possibilità di intervenire mediante veicoli e risulta più lento se l'unica possibilità di accesso è la progressione a piedi. In questo contesto la rete di strade secondarie garantisce generalmente la progressione veicolare la cui velocità è in relazione allo stato di manutenzione dei percorsi stessi. Tuttavia, oltre questi percorsi l'accesso è generalmente considerato pedonale e per tale ragione questo studio ha voluto porre l'attenzione soprattutto su questo aspetto. La rete sentieristica, infatti, è fortemente differenziata in una grande moltitudine di percorsi con caratteristiche diverse e, tralasciando i tracciati più strettamente alpinistici, si ha spesso a disposizione una rete di percorsi accessibile con mezzi motorizzati aventi specifiche caratteristiche. In questo contesto i veicoli devono essere di piccole dimensioni, adatti alla progressione fuori strada e versatili. I quad si presentano come mezzi utili a percorrere questo tipo di viabilità e per questo ne è stata valutata la possibilità di utilizzo nell'ambito delle attività di soccorso. Si è potuto quindi valutare come una parte della rete sentieristica, se opportunamente gestita, può garantire l'accesso veicolare grazie alla possibilità di essere percorsa con veicoli quad che per le loro caratteristiche garantiscono di accedere a percorsi altrimenti praticabili solamente a piedi.

La grande differenza di velocità esistente tra la progressione a piedi e con quad rende questi veicoli particolarmente interessanti, ma il loro utilizzo è ovviamente condizionato dalle

caratteristiche della viabilità. Pertanto è necessario valutare la gestione della viabilità secondaria e in particolare della rete sentieristica anche in relazione a questa possibilità di utilizzo. La rete sentieristica è quasi sempre gestita solo in considerazione della possibilità di essere percorsa da utenze pedonali, ma la forte utilizzazione odierna di questa tipologia di percorsi e l'elevata diversificazione dei fruitori dovrebbe indurre a considerare la necessità di essere valutata anche secondo altri aspetti. Questa considerazione non comporta necessariamente una pesante modificazione strutturale dei tracciati, tuttavia le varie situazioni dovrebbero essere valutate distintamente. Per facilitare questo aspetto si deve considerare l'importanza di una gestione omogenea dei sentieri di un territorio che deve rispondere al concetto di rete e come tale essere gestita. La rete dovrebbe quindi essere conosciuta nella sua interezza e i percorsi che ne fanno parte dovrebbero essere conosciuti nelle relative caratteristiche per poter ottenere un quadro chiaro delle potenzialità del territorio. All'interno della rete di percorsi esistenti potrebbero quindi essere scelti i sentieri la cui percorribilità motorizzata è possibile o che sarà possibile in seguito a una gestione finalizzata a tali obiettivi. L'importanza di un quadro chiaro dei percorsi esistenti in un territorio e delle relative caratteristiche di percorribilità, fruibilità, stato di manutenzione, importanza ambientale e turistica permetterebbe una migliore gestione complessiva della rete. Un primo passo in questa direzione consiste nell'uniformare la gestione di questi aspetti in modo da poter gestire i sentieri come una rete unica dal piano collinare al piano montano.

Con questo studio si è voluto mettere in evidenza l'importanza della rete sentieristica come parte della viabilità di un territorio e di come una gestione finalizzata ai molteplici aspetti funzionali di questa rete possa favorirne l'accessibilità. Il modello definito da questa ricerca evidenzia, infatti, l'importanza della gestione dei percorsi secondari per l'accesso dei territori. Non deve essere considerato pertanto come un sistema di supporto decisionale agli interventi anche se, in un'ottica futura che miri a censire la rete esistente nelle sue caratteristiche e funzioni, il modello potrà rappresentare sicuramente anche uno strumento di questo tipo. L'applicazione dello stesso potrebbe essere considerata obsoleta se valutata in relazione alla possibilità di intervenire con elicottero. Tuttavia l'elisoccorso non è sempre il metodo prevalente di intervento anche se un aumento nell'utilizzo di questo mezzo è sicuramente auspicabile. Ciononostante anche valutando queste prospettive la viabilità a terra rappresenta comunque uno strumento di supporto alle operazioni di soccorso e di conseguenza la sua conoscenza resta comunque necessaria. Poter ampliare la percorribilità del territorio montano con mezzi motorizzati favorisce la rapidità di intervento e ciò è possibile con l'utilizzo di piccoli mezzi versatili, quali i quad, che possono favorire le operazioni di ricerca e accelerare il primo soccorso, favorendo il passaggio dei soccorritori anche lungo la rete secondaria fino a percorsi con una larghezza di circa 1.5 m e con una superficie accidentata i cui ostacoli non superano mediamente i 30 cm. Questi veicoli sono da considerarsi quindi utili nel favorire l'arrivo dei soccorritori in loco riducendo i tempi di primo soccorso. L'applicazione del presente studio è indicata soprattutto per le zone montuose la cui rete di accesso è caratterizzata da una elevata variabilità.

A conclusione dello studio si indicano due ulteriori argomenti che varrà la pena di considerare per approfondimenti. Il primo considera l'applicazione di un'analisi costi/benefici ad un caso applicativo di manutenzione della viabilità secondaria con lo scopo di favorire l'accesso veicolare.

Utile da questo punto di vista sarà la valutazione dell'opportunità di ripristino di antiche mulattiere o percorsi risalenti al periodo bellico che potrebbero essere un utile strumento per l'ampliamento della rete motorizzabile. Il secondo elemento si riferisce a un'analisi della rischiosità del territorio che correlando gli aspetti ambientali più influenti, le aree a maggiore frequentazione turistica e la potenziale rapidità di intervento, potrebbe definire le zone su cui concentrare prioritariamente gli interventi di ripristino e miglioramento della viabilità secondaria.

Si auspica quindi per il futuro un maggiore interesse nel valutare la multifunzionalità della viabilità minore che possa condurre ad una gestione più attenta e omogenea di questi percorsi.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1922. Regio Decreto 29.10.1922 n. 1386 convertito nella legge nazionale 16.06.1927 n. 985. Conversione in legge di regi decreti-legge emanati anteriormente alla pubblicazione della legge 31 gennaio 1926, n. 100. Gazzetta ufficiale n. 151/1927.

1963. Legge Nazionale 26.01.1963 n.91. Riordinamento del Club Alpino Italiano. Gazzetta Ufficiale del 26 febbraio 1963 n.55.

1992. Decreto Legislativo 30.04.1992 n. 285. Nuovo codice della strada. Gazzetta ufficiale del 18 marzo 1992 n. 114.

1992. Legge Nazionale 24.02.1992 n. 225. Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile. Gazzetta Ufficiale del 17 marzo 1992 n. 64.

1992. Legge Regionale 31.3.1992 n. 14. Disciplina della viabilità silvo-pastorale. Bollettino Ufficiale Regionale della Regione del Veneto n. 36/1992.

1994. Decreto ministeriale 24.04.1994 n. 379. Regolamento recante norme sui volontari del soccorso alpino e speleologico. Gazzetta Ufficiale 17 giugno 1994 n. 140.

2000. Legge Nazionale 7.12.2000 n. 383. Disciplina delle associazioni di promozione sociale. Gazzetta Ufficiale del 27 dicembre 2000 n. 300.

2001. Legge Nazionale 21.03.2001 n. 74. Disposizioni per favorire l'attività svolta dal Corpo Nazionale soccorso alpino speleologico. Gazzetta ufficiale del 29 marzo 2001 n. 74.

2002. Legge Regionale 04.11.2002 n. 33. Testo unico delle leggi regionali in materia di turismo. Bollettino Ufficiale Regionale della Regione del Veneto n. 109/2002.

2013. Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto 11.02.2013 n.125. Convenzione operativa tra la Regione del Veneto e il Soccorso Alpino e Speleologico Veneto (SASV) del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico (CNSAS) per lo svolgimento delle attività di soccorso nell'ambito del sistema SUEM 118. L.R. 30 novembre 2007, n. 33. Bollettino Ufficiale Regionale della Regione del Veneto n. 20/2013.

AA.VV. 2010. Sviluppo e gestione della viabilità extraurbana minore e rurale in Italia: situazione attuale, criticità e prospettive. Atti del XXVI Convegno Nazionale Stradale AIPCR: "Strade locali extraurbane e accessibilità alla viabilità maggiore", 27-30 Ottobre 2010, Roma.

Akay A.E., Pak M., Yenilmez N., Demirbag H. 2007. Aesthetic Evaluations of Forest Road Templates. International Journal of Natural and Engineering Sciences, 1(3): 65-68.

Alexander R.McN., Langman V.A. and Jayes A.S. 1977. Fast locomotion of some African ungulates. Journal of Zoology, 183(3): 291-300.

Andrle R. and Abrahams A.D. 1989. Fractal techniques and the surface roughness of talus slopes. *Earth Surface Processes and Landforms*, 14 (3): 197-209.

Ardizzone F., Cardinali M., Galli M., Guzzetti F. and Reichenbach P. 2007. Identification and mapping of recent rainfall-induced landslides using elevation data collected by airborne Lidar. *Natural Hazards and Earth System Science*, 7(6): 637–650.

Available at <http://www.issw.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf> (Accessed 10 July 2013).

Baldini S., Cavalli R., Piegai F., Spinelli R., Di Fulvio F., Fabiano F., Grigolato S., Magagnotti N., Nati C. e Picchio R., 2009. Prospettive di evoluzione nel settore delle utilizzazioni forestali e dell'approvvigionamento di legname. In: *Proceedings, Terzo Congresso nazionale di Selvicoltura*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Corpo Forestale dello Stato, Ministero dell'Ambiente.

Bell S., Tyrväinen L., Sievänen T., Pröbstl U. and Simpson M. 2007. Outdoor recreation and nature tourism: trends, conflicts and research needs—a European perspective. *Living reviews in landscape research*. Available at: <http://landscaperesearch.livingreviews.org/Articles/Irlr-2007-2/> Accessed 10 July 2013).

Berni P. 1979. La viabilità nel processo di pianificazione delle alpi venete. *Atti del IX incontro di Estimo e Economia Territoriale*, pp. 129-140, 9 Gennaio 1979. Roma.

Bertolotti C.G. 2009. La viabilità minore ei Piani Regolatori Generali dei Comuni montani. *Aestimum*, 9: 1592-6117.

Bledsoe B.E. and Smith M.G. 2004. Medical Helicopter Accidents in the United States: A 10-Year Review. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care*, 56 (6): 1325-1329.

Bonavita A. 2008. Utilizzo dei dispositivi GPS in campo Forestale. In: *Atti del Convegno "Segni dell'uomo e trasformazioni del paesaggio: analisi storica e prospettive di valorizzazione"*, 18-19 settembre 2008. Marina di Pisticci (MT).

Boulware D.R., Forgey W.W. and Martin W.J. 2003. Medical risks of wilderness hiking. *The American Journal of Medicine*, 114: 288-293.

Bowman B.L. and Vecellio R.L. 1994. Pedestrian walking speeds and conflicts at urban median locations. *Transportation Research Record*, 1438: 67-73.

Brabyn L. and Skelly C. 2002. Modeling population access to New Zealand public hospitals. *International Journal of Health Geographics*, 1(1):3.

Brandli U.B. and Ulmer U. 2001. Recreational function, pp. 254–264. In Brassel P. and Lischke H. (eds.), *Swiss National Forest inventory: Methods and models of the second assessment*. Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf.

Bratton S.P., Hickler M.G. and Graves J.H. 1979. Trail erosion patterns in Great Smoky Mountains National Park. *Environmental Management*, 3(5): 431-445.

Burrough P.A. 1986. Principles of geographical information systems for land resource assessment. Clarendon Press. Oxford. U.K, 194 pp.

C.N.S.A.S. 2012a. Sicuri sul sentiero. Progetto "Sicuri in montagna" a cura della Direzione Nazionale del C.N.S.A.S. Disponibile a: <http://www.sicurinmontagna.it> (Accessed Ottobre 2013).

C.N.S.A.S. 2012b. Sicuri a cercar funghi. Progetto "Sicuri in montagna" a cura della Direzione Nazionale del C.N.S.A.S. Disponibile a: <http://www.sicurinmontagna.it> (Accessed Ottobre 2013).

Calvani G., Marchi E., Piegai F. e Tesi E. 1999. Funzioni, classificazione, caratteristiche e pianificazione della viabilità forestale per l'attività di antincendio boschivo. L'Italia Forestale e Montana, 3: 109-125.

Carter W., Shrestha R., Tuell G., Bloomquist D. and Sartori M. 2001. Airborne laser swath mapping shines new light on Earth's topography, EOS. Transactions, American Geophysical Union, 82(46): 549-555.

Cavalli R. e Guderzo S. 2001. Proposta metodologica per la rilevazione delle caratteristiche della viabilità stradale finalizzata alla produzione di cartografia di supporto agli interventi AIB. Rivista di Ingegneria Agraria, 33 (4): 253-263.

Cavalli R., Grigolato S., Pellegrini, M., Ciesa, M., Albergucci, M. e Cappellari, E. 2013. La viabilità silvo-pastorale in veneto. Stato dell'arte e prospettive future. Regione del Veneto, Mestre.

Ceballos-Lascurain H. 1996. Tourism, Ecotourism and Protected Areas, IUCN, Gland, Switzerland. In: Marangon F., Tempesta T. e Visintin F. 2002, La domanda di ecoturismo nell'Italia Nord-Orientale, Genio Rurale, 5.

Cessford G.R. 1995. Off-road impacts of mountain bikes: A review and discussion. Science and Research Series Report, 92. Department of Conservation, Wellington, New Zealand, 38 pp.

Chamberlain K. 2002. Performance testing of the Garmin GPSMAP76 Global Positioning System Receiver. U.S. Forest Service.

Chiou C.R., Tsai W.L. and Leung, Y.F. 2010. A GIS-dynamic segmentation approach to planning travel routes on forest trail networks in Central Taiwan. Landscape and Urban Planning, 97 (4): 221-228.

Chiu L. and Kriwoken L. 2003. Managing recreational mountain biking in Wellington Park, Tasmania, Australia. Annals of Leisure Research, 6: 339-361.

Cielo P. e Gottero F. 2004. Piano della viabilità. Finalità, analisi ed elaborati. Sherwood, 10 (10): 33-38.

Cielo P., Gottero F. Morera A. e Terzuolo, P. 2003. La viabilità agro-silvopastorale: elementi di pianificazione e progettazione. IPLA-Regione Piemonte: 106 p.

- Cilimburg A., Monz C.A. and Kehoe S.K. 2000. Wildland recreation and human waste: A review of problems, practices and concerns. *Environmental Management*, 25(6): 587-598.
- Cinnamon J., Schuurman N. and Crooks V.A. 2008. A method to determine spatial access to specialized palliative care services using GIS. *BMC Health Services Research*, 8: 140.
- Ciulli M., Vitti A., Mengon L., Zatelli P. and Zottele, F. 2006. A GIS-based decision support system for the management of SAR operations in mountain areas. *Geomatics Workbooks 6*. Available at: [http://geomatica.como.polimi.it/workbooks/n6/articoli/sar\\_geomatics.pdf](http://geomatica.como.polimi.it/workbooks/n6/articoli/sar_geomatics.pdf) (Accessed on July 25,2012).
- CIPRA. 2000. Turismo nelle Alpi: Qualità economica-qualità ambientale, CIPRA Info, 57 (9). In: Tempesta T.; Marangon F. e Visintin F. 2002. La domanda di ecoturismo nell'Italia Nord-Orientale, *Genio Rurale*, 5: 33-39.
- Colclough, J.G. and Owens, E. 2010. Mapping pedestrian journey Times using a network-based GIS Model. *Journal of Maps*, 6 (1): 230-239.
- Dahlstedt S. 2001. Walking Speeds and Walking Habits of Elderly People. Swedish Road and Transport Research Institute, Stockholm.
- Dorren L.K.A. and Heuvelink G.B.M. 2004. Effect of support size on the accuracy of a distributed rockfall model. *International Journal of Geographical Information Science*, 18: 595-609.
- Durrer B. 1993. Rescue operations in the Swiss Alps in 1990 and 1991. *Journal of Wilderness Medicine*, 4: 363-373
- Engelmark O. 1998. Multiple-use forestry in the Nordic Countries. Elsevier. *Forest ecology and management*, 102: 339-340.
- Ferguson, D. 2008. GIS for wilderness search and rescue. In: Proceedings of ESRI Federal User Conference. February 20-22, 2008, Washington, D.C.
- Finnis K. and Walton D. 2007. Field observations of factors influencing pedestrian walking speeds. *Ergonomics*, 51 (6): 827-842.
- Fitzpatrick K., Brewer M.A. and Turner S. 2006. Another look at pedestrian walking speed. In: 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board. January 22-26, 2006, Washington, DC.
- Gates T.J., Noyce D.A., Bill A.R. and Van Ee N. 2006. Recommended walking speeds for pedestrian clearance timing based on pedestrian characteristics. In: 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board. January 22-26, 2006, Washington, DC.
- Gokhelasvili R. and Azniashvili L. 2006. Birdwatching and Protected Areas of Georgia. In: Exploring the Nature of Management. Proceedings of the Third International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas. 13-17 September 2006, University of Applied Sciences Rapperswil, Switzerland.

- Govers G.; Takken I.; Helming K. 2000. Soil roughness and overland flow. *Agronomie*, 20: 131-146.
- Grissom C.K., Thomas F., James B. 2006. Medical Helicopters in Wilderness Search and Rescue Operations. *Air Medical Journal*, 25 (1): 18-25.
- Grohmann C.H., Smith M.J. and Riccomini C. 2011. Multiscale analysis of topographic surface roughness in the Midland Valley, Scotland. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 49 (4): 1200-1213.
- Guerrier J.H. and Jolibois S.C. 1998. The safety of elderly pedestrians at five urban intersections in Miami. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 42nd Annual Meeting*, October 5-9, 1998, Chicago.
- Hankin B.D. and Wright R.A. 1958. Passenger flows in subways. *Journal of the Operational Research Society*, 9(2): 81-88.
- Haugerud R.A., Harding D.J., Johnson S.Y., Harless J.L., Weaver C.S. and Sherrod B.L. 2003. High-resolution LiDAR topography of the Puget Lowland, Washington. *A bonanza for earth science. GSA Today*, 13: 4-10.
- Hawes M., Dixon G. and Ling R. 2013. A GIS-based methodology for predicting walking track stability. *Journal of Environmental Management*, 115: 295-299.
- Heggie T.W. and Amundson M.E. 2009. *Wilderness and Environmental Medicine*, 20: 244-249.
- Heggie T.W. and Heggie T.M. 2004. Viewing lava safely: an epidemiology of hiker injury and illness in Hawaii Volcanoes National Park. *Wilderness and Environmental Medicine*, 15: 77-81.
- Heggie T.W. and Heggie T.M. 2009. Search and Rescue Trends Associated With Recreational Travel in US National Parks. *Journal of Travel Medicine*, 16 (1): 23-27.
- Himann J.E., Cunningham D.A., Rechnitzer P.A. and Paterson D.H. 1988. Age- Related Changes in Speed of Walking, *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 20 (2): 161-166.
- Hippoliti G. 1976. Sulla determinazione delle caratteristiche della rete viabile forestale. *L'Italia Forestale e Montana*, 31 (6): 241-255.
- Hippoliti G. 1998. Precisazione su alcune caratteristiche di piste e strade forestali. *Monti e Boschi*, 6: 40-41.
- Holzleitner F., Kanzian C. and Stampfer K. 2011. Analyzing time and fuel consumption in road transport of round wood with an onboard fleet manager. *European Journal of Forest Research*, 130(2): 293-301.
- Hruza P. and Vyskot I. 2010. Social-Recreation evaluation of forest roads and their suitability for trails: towards a complex approach. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 31 (2): 127-135.

Hung E.K. and Townes D.A. 2007. Search and rescue in Yosemite National Park: a 10-year review. *Wilderness Environ Med.*, 18: 111-116.

Isenburg M. 2012. LAStools - efficient tools for LiDAR processing. <http://lastools.org>

Knight R.L. and Gutzwiller K.J. 1995. *Wildlife and Recreationists: Co-existence Through Management and Research*. Island Press, Washington D.C. In: Lathrop J. 2002. Ecological impacts of mountain biking: A critical literature review.

Available at: (<http://www.wildlandscapespr.org>); Accessed on July 25,2012).

Knoblauch R.L., Pietrucha M.T. and Nitzburg M. 1996. Field Studies of Pedestrian Walking Speed and Start-Up Time, *Transportation Research Record*, 1538: 27-38.

Kuonen V. 1983. *Wald und Güterstrassen: Planung Projektierung Bau*. Eigenverlag pp 742.

La Rocca, R.A. 2008. Mobilità dolce e trasformazioni del territorio: esempi europei. *Territorio mobilità e ambiente*, 1 (3): 57-64.

Langmuir E. 1984. *Mountaincraft and Leadership*. The Scottish Sports Council/MLTB, Cordee, Leicester, UK.

Larsson P. and Henriksson-Larsen K. 2005. Combined metabolic gas analyser and dGPS analysis of performance in cross-country skiing *Journal of Sports Sciences*, 23: 861–70.

Larsson P., Burlin L., Jakobsson E. and Henriksson-Larsen K. 2002. Analysis of performance in orienteering with treadmill tests and physiological field tests using a differential global positioning system. *Journal of Sports Sciences*, 20: 529–35.

Lathrop J. 2002. Ecological impacts of mountain biking: A critical literature review. Available at:(<http://www.wildlandscapespr.org/resource/library/reports/mountainbikingreport.htm>); Accessed on July 25,2012).

Le Faucheur A., Abraham P., Jaquinandi V., Bouye P., Saumet J.L. and Noury- Desvaux B. 2007. Study of human outdoor walking with a low-cost GPS and simple spreadsheet analysis. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(9): 1570-1578.

Lille Declaration, 2000. In *Rever/Amno Project*. Greenways for Europe. Bruxelles

Lin L. and Goodrich M.. 2010. A Bayesian approach to modeling lost person behaviors based on terrain features in Wilderness Search and Rescue. *Comput. Math. Organ. Theory*, 16: 300–323.

Lischke V., Byhahn C., Westphal K., Kessler P. 2001. Mountaineering accidents in the European Alps: have the numbers increased in recent years? *Wilderness and Environmental Medicine*, 12(2): 74-80.

Margreth S. and Funk M. 1999. Hazard mapping for ice and combined snow/ice avalanches. Two case studies from the Swiss and Italian Alps. *Cold Regions Science and Technology*, 30: 159-173.

- Marion J.L. and Leung Y. 2001. Trail resource impacts and an examination of alternative assessment techniques. *Journal of Park and Recreation Administration*, 19: 17-37.
- Marion J.L., Leung Y.F. and Nepal S.K. 2006. Monitoring trail conditions: New methodological considerations. *George Wright Forum*, 23 (2):36-49.
- Marsden C.A. and King B. 1979. The use of Doppler shift radar to monitor physiological and drug induced activity patterns in the rat. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 10: 631–635.
- McDonald T.P., Carter E.A. and Taylor S.E. 2002. Using the global positioning system to map disturbance patterns of forest harvesting machinery. *Canadian Journal of Forest Research*, 32: 310-319.
- McKean J. and Roering J. 2004. Objective landslide detection and surface morphology mapping using high-resolution airborne laser altimetry. *Geomorphology*, 57: 331–351.
- Mort A.J. and Godden D.J. 2010. UK mountain rescue casualties: 2002-2006. *Emerg Med J.*, 27: 309-312.
- Nepal S.K. 2003. Trail impacts in Sagarmatha (Mt. Everest) National Park, Nepal: A logistic regression analysis. *Environmental Management*, 32: 312–321.
- Oregon Department of Forestry. 2000. State Forest Program Forest Road Manual. (Available at: [http://www.oregon.gov/ODF/STATE\\_FORESTS/roadsmanual.shtml](http://www.oregon.gov/ODF/STATE_FORESTS/roadsmanual.shtml) Accessed May 2011)
- Owen K.K, Obregón E.J. and Jacobsen K.H. 2010. A geographic analysis of access to health services in rural Guatemala. *International Health*, 2 (2): 143-149.
- Pellegrini M., Grigolato S., Cavalli R., Lingua E. and Pirotti F. 2013. Evaluation of forest machinery ground mobility using LiDAR data. *Proceeding of International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions*. Talbot B. & Berkett H. Editors. IUFRO Unit 3.06 conference. June 2-5, 2013, Honne, Norway.
- Pellegrini, M. 2012. Support tools for planning and management of a forest road network. Ph.D dissertation. Supervisor Cavalli, R. Land, Environment, Agriculture and Forestry Department, University of Padua. 137 p.
- Pickering C.M. and Growcock A.J. 2009. Impacts of experimental trampling on tall alpine herbfields and subalpine grasslands in the Australian Alps. *Journal of Environmental Management*, 91 (2): 532-540.
- Pickering C.M., Hill W., Newsome D. and Leung Y.L. 2010. Comparing hiking, mountain biking and horse riding impacts in Australian and the United States of America. *Journal of Environmental Management*, 91 (3): 551–562.
- Piedallu C. and Gegout, J.C. 2005. Effects of forest environment and survey protocol on GPS accuracy. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 71(9):1071–1078.

Pilati L. 1991. Combinazione/Integrazione di agricoltura e turismo nelle regioni di montagna. Atti di: Incontri Tra/Montani-Convegno Annuale sui problemi delle regioni dell'arco Alpino, 27-29 settembre, 1991, Sonogno, Svizzera.

Regione Piemonte, IPLA. 2009. Manuale per il rilevamento GPS dei tracciati della rete sentieristica in Piemonte. Disponibile a: ([www.regione.piemonte.it/retescursionistica](http://www.regione.piemonte.it/retescursionistica) Ultimo accesso Luglio 2013).

Saris W.H. and Binkhorst R.A. 1977. The use of pedometer and actometer in studying daily physical activity in man. Part I: reliability of pedometer and actometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 37: 219–228.

Schulz, W.H. 2004. Landslides mapped using LIDAR imagery. US Geological Survey, Seattle, Washington, Open File Report 2004, 1396: 11 pp.

Schutz Y. and Chambaz A., 1997. Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth? *European Journal of Clinical Nutrition*, 51: 338 -339.

Schuurman N, Fiedler R, Grzybowski S. and Grund D. 2006. Defining rational hospital catchments for non-urban areas based on traveltime. *International Journal of Health Geographics*, 5(1):43.

Scrinzi G. and Floris A. 1994. Limitazioni operative di GPS in ambienti ad accentuata orografia. *Monti e Boschi*, 3: 5-9.

Scrinzi G., Floris A. e Picci, M. 1999. GPS e inventari forestali: posizionamento e ritrovamento di precisione di punti di campionamento in bosco. *Comunicazioni di ricerca dell'Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura*, 99 (1): 1-21.

Sharp N.C.C. 1997. Timed running speed of a cheetah (*Acinonyx jubatus*). *Journal of Zoology*, 241: 493-494.

Smith M.J., Asal F.F.F. and Priestnall G. 2004. The Use of Photogrammetry and LIDAR for Landscape Roughness Estimation in Hydrodynamic Studies. In *Proceedings of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing XXth Congress*, 12–23 July, 2004, Istanbul, Turkey, Volume XXXV, WG III/8, p. 6.

Snyder S.A., Whitmore J.H., Schneider I.E. and Becker D.R. 2008. Ecological criteria, participant preferences, and location models: A GIS approach toward ATV trail planning. *Applied Geography*, 28: 248–258.

Steiner I., Bürgi C., Werffeli S., Dell'Omo G., Valenti P., Tröster G., Wolfer D.P. and Lipp H.P. 2000. A GPS logger and software for analysis of homing in pigeons and small mammals. *Physiology and Behaviour*, 71: 589–596.

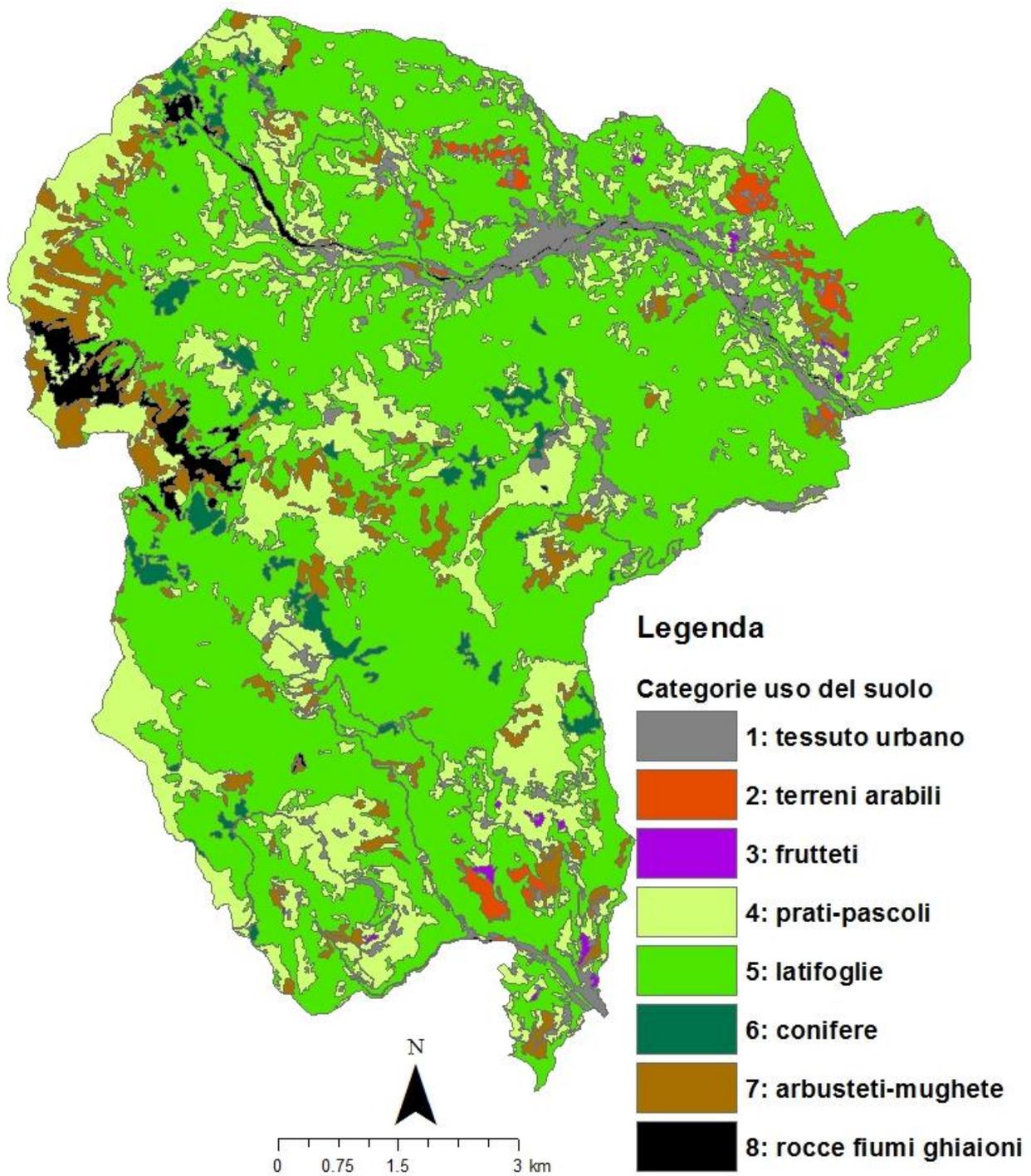
Tachiki Y., Yoshimura T., Hasegawa H., Mita T., Sakai T. and Nakamura F. 2005. Effects of polyline simplification of dynamic GPS data under forest canopy on area and perimeter estimation. *Journal of Forest Research*, 10: 419-427.

- Tempesta T. e Thiene M. 2004. La montagna veneta e la domanda ricreativa della popolazione residente, in Defrancesco E. (a cura di), *La liberalizzazione degli scambi dei prodotti agricoli tra conflitti e accordi. Il ruolo dell'Italia*. Atti del XL Convegno SIDEA, 18-20 settembre, 2003, Padova.
- Tempesta T. e Thiene M. 1999. I costi sociali dell'uso ricreativo della montagna: venticinque anni di Soccorso Alpino nel Trentino, CNSAS IV Delegazione, *Dati Notizie Informazioni* n.6, Trento.
- Tempesta T. e Thiene M. 2002. La popolazione dei frequentatori della montagna e gli incidenti montani. Relazione conclusiva progetto Regione Veneto Indagine "Rischio cardiovascolare nelle attività sportive nelle aree montane.
- Tempesta T., Marangon F. e Visintin F. 2002. La domanda di ecoturismo nell'Italia Nord- Orientale, *Genio Rurale*, 5: 33-39.
- Terrier P., Turner V. and Schutz Y. 2005. GPS analysis of human locomotion: further evidence for long-range correlations in stride-to-stride fluctuations of gait parameters. *Human Movement Science*, 24: 97-115.
- The Outdoor Foundation. 2009. *Outdoor Recreation Participation 2009 Topline Report*. The Outdoor Foundation. Boulder, CO.
- Tobler W.R. 1993. Three Presentations on Geographical Analysis and Modeling. National Center for Geographic Information and Analysis. Technical Report. University of California, Santa Barbara, 93-101.
- Toor A., Happer A., Overgaard R. and Johal, R. 2001. Real World Walk Speeds of Young Pedestrians. *Society of Automotive Engineers Transactions*, 110 (6): 1106–1114.
- Törn A., Tolvanen A., Narokorpi Y., Tervo R. and Siikamakei P. 2009. Comparing the impacts of hiking, skiing and horse riding on trail and vegetation in different types of forest. *Journal of Environmental Management*, 90: 1427–1434.
- Townshend A.D., Worringham C.J. and Stewart I.B. 2008. Assessment of speed and position during human locomotion using nondifferential GPS. *Medicine and science in sports and exercise*, 40 (1):124-132.
- Tuček J. and Ligoš J. 2002. Forest canopy influence on the precision of location with GPS receivers. *Journal of Forest Science*, 48: 399-407.
- U.S. Department of Agriculture. 2000. Comparison of GPS receivers under a forest canopy with selective availability off. Project report, U.S.D.A. Forest Service.
- U.S. Forest Service. 2003. *GPS Data Accuracy Standard (draft)*. U.S. Forest Service.
- Veal M.W., Taylor S.E., McDonald T.P., McLemore D.K. and Dunn M.R. 2001. Accuracy of tracking forest machines with GPS. *Transactions of the ASAE*, 44: 1903-1911.

- von Hünenbein K., Hamann H.J., Rüter E. and Wiltshko W. 2000. A GPS-based system for recording the flight path of birds. *Naturwissenschaften*, 87: 278-279.
- Weyand P.G., Kelly M., Blackadar T., Darley J.C., Oliver S.R., Ohlenbusch N.E., Joffe S.W. and Hoyt R.W. 2001. Ambulatory estimates of maximal aerobic power from foot -ground contact times and heart rates in running humans. *Journal of Applied Physiology*, 91: 451–458.
- Whinam J. and Chilcott N.M. 2003. Impacts after four years of experimental trampling on alpine/sub-alpine environments in western Tasmania. *Journal of Environmental Management*, 67: 339-351.
- White D.D., Waskey M.T., Brodehl G.P. and Foti P.E. 2006. A comparative study of impacts to mountain bike trails in five common regions of the southwestern U.S. *Journal of Park and Recreation Administration*, 24: 21-41.
- Willis A., Gjersoe N., Havard C., Kerridge J. and Kukla R. 2004. Human movement behavior in urban spaces: implications for the design and modeling of effective pedestrian environments *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31(6): 805-828.
- Witte T. and Wilson A. 2004. Accuracy of non-differential GPS for the determination of speed over ground. *Journal of Biomechanics*, 37: 1891-1898.
- Yamaguchi Y., 2004. Fluctuation of a Mountaineer's speed. *Forma*, 19: 121-130.
- Yang Y.J. and Wang T.L. 2004. Mountain rescue and search in Taiwan. *Ann Disaster Med.*, 3: 30-34.
- Yarwood R. 2012. One moor night: emergencies, training and rural space. *Area*, 44: 22–28.
- Yoshimura T., Gandaseca S., Gumus S. and Acar. H. 2002. Evaluating the accuracy of GPS positioning in the forest of the Macka region. In *The Second National Black Sea Forestry Congress Proceedings*, 1: 62-69.

## 6. ALLEGATI

Allegato 1: carta d'uso del suolo dell'area in esame



Allegato 2: descrizione dei campi della scheda di rilievo dei tracciati

<b>Rilevatore</b>	Indicare il rilevatore scrivendo prima il Cognome e di seguito il nome	
<b>GPS</b>	Indicare la marca e il modello del GPS usato	
<b>Data</b>	Giorno/Mese/Anno del rilievo (Es. 27/07/2011)	
<b>Meteo</b>	Condizioni metereologi che durante la percorrenza (asciutto,bagnato,gelato)	
<b>Id_tratta</b>	Rappresenta l'identificativo della tratta	
<b>Topo/N°</b>	Indicare il nome della località più vicina e, qualora esistente, il numero che identifica il percorso (Es. n° CAI)	
<b>Diff.</b>	Indicare il grado di difficoltà del sentiero:	
	<input type="checkbox"/> T -> turistico <input type="checkbox"/> E -> escursionistico	<input type="checkbox"/> EE -> per escursionisti esperti <input type="checkbox"/> EEA -> per escursionisti esperti attrezzati
<b>Tip.</b>	Indicare la tipologia del percorso: <input type="checkbox"/> ASP -> strada agro-silvo-pastorale <input type="checkbox"/> M -> mulattiera <input type="checkbox"/> S -> sentiero	
<b>Ord.</b>	Riportare il numero che identifica l'ordine di importanza del sentiero nella rete: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2a <input type="checkbox"/> 2b	
<b>F.</b>	Indicare la tipologia del fondo del percorso:	
	<input type="checkbox"/> Nn -> naturale con terreno nudo <input type="checkbox"/> Ni -> fondo inerbito naturalmente <input type="checkbox"/> L -> lastricato <input type="checkbox"/> Asf. -> asfaltato	<input type="checkbox"/> C -> cementato <input type="checkbox"/> M -> migliorato <input type="checkbox"/> Acc. -> ciottolato <input type="checkbox"/> Mis -> misto ciottolato,nudo,erboso <input type="checkbox"/> Ngh. -> naturale con terreno ghiaioso
<b>Ente_Gest</b>	Riportare chi si occupa della gestione del percorso	
	<input type="checkbox"/> CAI -> gruppi del CAI <input type="checkbox"/> C -> comune <input type="checkbox"/> Alp -> alpini	<input type="checkbox"/> PL -> Pro Loco <input type="checkbox"/> A -> altro (riportare nella casella delle note l'ente gestore)
<b>Pul.</b>	Riportare se il tracciato risulta libero da ostacoli <input type="checkbox"/> Sì -> libero da ostacoli <input type="checkbox"/> No -> ingombro da ostacoli	

... CONTINUA

<b>SEGNALETICA</b>	<b>Pres.</b>	Indicare se la segnaletica (orizzontale e/o verticale) del tracciato è presente: <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	
	<b>Visib.</b>	Indicare la visibilità tra due segnavia successivi, se scarsa riportare se il tracciato è comunque visibile come indicato di seguito. <input type="checkbox"/> Sì -> quando da un segnavia è visibile il successivo <input type="checkbox"/> No-V -> quando da un segnavia non è visibile il successivo ma il tracciato è comunque distinguibile <input type="checkbox"/> No-Att. -> quando da un segnavia non è visibile il successivo e il tracciato non è facilmente distinguibile	
	<b>Sic.</b>	Grado di sicurezza del percorso: <input type="checkbox"/> 1-> sicuro <input type="checkbox"/> 2-> mediamente sicuro <input type="checkbox"/> 3-> poco sicuro	
	<b>P/anno</b>	Indicare se il tracciato è percorribile tutto l'anno o solo stagionalmente: <input type="checkbox"/> A -> percorribilità annua <input type="checkbox"/> St -> percorribilità esclusivamente stagionale (riportare tra le note in quali stagioni è percorribile)	
	<b>P/meteo</b>	Indicare la percorribilità del tracciato in relazione alle condizioni metereologiche: <input type="checkbox"/> 1 -> Sicuro in ogni condizione <input type="checkbox"/> 2 -> Poco sicuro in caso di pioggia <input type="checkbox"/> 3 -> Poco sicuro in caso di neve	
	<b>Dest.uso</b>	Riportare la destinazione d'uso prevalente:	
		<input type="checkbox"/> T -> turistico <input type="checkbox"/> E -> escursionistico <input type="checkbox"/> A -> alpinistico	<input type="checkbox"/> I -> pronto intervento <input type="checkbox"/> Tem -> tematico (riportare tra le note se è storico, naturalistico, glaciologico, geologico, religioso, paleontologico o altro)
	<b>User</b>	Riportare la categoria di fruitori che può utilizzare il percorso:	
		<input type="checkbox"/> E -> escursionisti <input type="checkbox"/> A -> alpinisti <input type="checkbox"/> MTB -> mountain bike <input type="checkbox"/> T -> turisti	<input type="checkbox"/> Quad -> quad <input type="checkbox"/> M -> motocicli <input type="checkbox"/> C -> cavalli <input type="checkbox"/> H -> percorso accessibile ai portatori di handicap

... CONTINUA

<b>Amb.</b>	Riportare il tipo di ambiente presente nella tratta percorsa:		
	<input type="checkbox"/> In -> Incolto <input type="checkbox"/> C -> Coltivo-campagna <input type="checkbox"/> B-l -> Bosco di latifoglie <input type="checkbox"/> B-c -> Bosco di conifere <input type="checkbox"/> B-m -> Bosco misto <input type="checkbox"/> Pr-Pas -> Prateria-Pascolo	<input type="checkbox"/> Z-u -> Zone umide <input type="checkbox"/> Nev -> Nevaio <input type="checkbox"/> Ghiac -> Ghiacciaio <input type="checkbox"/> Ces -> Cespuglieto <input type="checkbox"/> Gh -> Ghiaione <input type="checkbox"/> Pt -> Pietrame	<input type="checkbox"/> Rocc -> Roccette <input type="checkbox"/> F -> Corso d'acqua <input type="checkbox"/> L -> Lago <input type="checkbox"/> Abit. -> Abitato <input type="checkbox"/> Z-prot -> Zone protette <input type="checkbox"/> A -> Altro (specificare nelle note di cosa si tratta)
<b>Note</b>	Riportare eventuali note o considerazioni sul tracciato		

Allegato 3: scheda rilievo usata per i percorsi

<b>Id_tratta</b>	
<b>Topo/n°</b>	
<b>Diff</b>	
Tip	
Ord	
F	
Ente_Gest	
Pul	
Diss	
Segnal-Pres	
Segnal-Visib	
Sic	
P/anno	
P/meteo	
Dest.uso	
User	
Amb	
Note	



Allegato 5: codici di riferimento per la compilazione delle schede informative

 CLUB ALPINO ITALIANO CORPO NAZIONALE SOCCORSO ALPINO E SPELEOLOGICO																																																																																																																	
<b>CODICI PER LA COMPILAZIONE DEL RAPPORTO INFORMATIVO</b>																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>COD.</th> <th>CAUSA INCIDENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>01</td><td>CADUTA</td></tr> <tr><td>02</td><td>CADUTA CREPACCIO</td></tr> <tr><td>03</td><td>CADUTA SASSI</td></tr> <tr><td>04</td><td>CEDIMENTO APPIGLIO</td></tr> <tr><td>05</td><td>CROLLO</td></tr> <tr><td>06</td><td>FOLGORAZIONE</td></tr> <tr><td>07</td><td>FRANA</td></tr> <tr><td>08</td><td>INCAPACITÀ</td></tr> <tr><td>09</td><td>MALORE</td></tr> <tr><td>10</td><td>MALTEMPO</td></tr> <tr><td>11</td><td>CORDA DOPPIA</td></tr> <tr><td>12</td><td>MORSO VIPERA</td></tr> <tr><td>13</td><td>NEBBIA</td></tr> <tr><td>14</td><td>PERDITA ORIENTAMENTO</td></tr> <tr><td>15</td><td>PRECIPITAZIONE</td></tr> <tr><td>16</td><td>PUNTURA INSETTI</td></tr> <tr><td>17</td><td>RITARDO</td></tr> <tr><td>18</td><td>SCIVOLATA</td></tr> <tr><td>19</td><td>SCIVOLATA GHIACCIO</td></tr> <tr><td>20</td><td>SCIVOLATA NEVE</td></tr> <tr><td>21</td><td>SCONTRO</td></tr> <tr><td>22</td><td>SFINIMENTO</td></tr> <tr><td>23</td><td>VALANGA</td></tr> <tr><td>24</td><td>FALSA CHIAMATA</td></tr> <tr><td>25</td><td>ALTRE</td></tr> </tbody> </table>	COD.	CAUSA INCIDENTE	01	CADUTA	02	CADUTA CREPACCIO	03	CADUTA SASSI	04	CEDIMENTO APPIGLIO	05	CROLLO	06	FOLGORAZIONE	07	FRANA	08	INCAPACITÀ	09	MALORE	10	MALTEMPO	11	CORDA DOPPIA	12	MORSO VIPERA	13	NEBBIA	14	PERDITA ORIENTAMENTO	15	PRECIPITAZIONE	16	PUNTURA INSETTI	17	RITARDO	18	SCIVOLATA	19	SCIVOLATA GHIACCIO	20	SCIVOLATA NEVE	21	SCONTRO	22	SFINIMENTO	23	VALANGA	24	FALSA CHIAMATA	25	ALTRE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COD.</th> <th>ATTIVITÀ COINVOLTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>01</td><td>ALPINISMO</td></tr> <tr><td>02</td><td>ARRAMPICATA SPORTIVA</td></tr> <tr><td>03</td><td>CACCIA</td></tr> <tr><td>04</td><td>CANOA</td></tr> <tr><td>05</td><td>CASCATA GHIACCIO</td></tr> <tr><td>06</td><td>DELTAPLANO</td></tr> <tr><td>07</td><td>EQUITAZIONE</td></tr> <tr><td>08</td><td>ESCURSIONISMO</td></tr> <tr><td>09</td><td>FERRATE</td></tr> <tr><td>10</td><td>FUNGHI</td></tr> <tr><td>11</td><td>IMPIANTI FUNE</td></tr> <tr><td>12</td><td>INCIDENTE AEREO</td></tr> <tr><td>13</td><td>AUTO - MOTO</td></tr> <tr><td>14</td><td>LAVORO</td></tr> <tr><td>15</td><td>MOUNTAIN BIKE</td></tr> <tr><td>16</td><td>PARAPENDIO</td></tr> <tr><td>17</td><td>PESCA</td></tr> <tr><td>18</td><td>RESIDENZA IN ALPEGGI</td></tr> <tr><td>19</td><td>SCI FONDO</td></tr> <tr><td>20</td><td>SCI ESCURSIONISTICO</td></tr> <tr><td>21</td><td>SCI FUORI PISTA</td></tr> <tr><td>22</td><td>SCI PISTA</td></tr> <tr><td>23</td><td>SCI ALPINISMO</td></tr> <tr><td>24</td><td>SPELEOLOGIA</td></tr> <tr><td>25</td><td>SURF FUORI PISTA</td></tr> <tr><td>26</td><td>SURF PISTA</td></tr> <tr><td>27</td><td>TORRENTISMO</td></tr> <tr><td>28</td><td>TURISMO</td></tr> <tr><td>29</td><td>ALTRO</td></tr> </tbody> </table>	COD.	ATTIVITÀ COINVOLTA	01	ALPINISMO	02	ARRAMPICATA SPORTIVA	03	CACCIA	04	CANOA	05	CASCATA GHIACCIO	06	DELTAPLANO	07	EQUITAZIONE	08	ESCURSIONISMO	09	FERRATE	10	FUNGHI	11	IMPIANTI FUNE	12	INCIDENTE AEREO	13	AUTO - MOTO	14	LAVORO	15	MOUNTAIN BIKE	16	PARAPENDIO	17	PESCA	18	RESIDENZA IN ALPEGGI	19	SCI FONDO	20	SCI ESCURSIONISTICO	21	SCI FUORI PISTA	22	SCI PISTA	23	SCI ALPINISMO	24	SPELEOLOGIA	25	SURF FUORI PISTA	26	SURF PISTA	27	TORRENTISMO	28	TURISMO	29	ALTRO
COD.	CAUSA INCIDENTE																																																																																																																
01	CADUTA																																																																																																																
02	CADUTA CREPACCIO																																																																																																																
03	CADUTA SASSI																																																																																																																
04	CEDIMENTO APPIGLIO																																																																																																																
05	CROLLO																																																																																																																
06	FOLGORAZIONE																																																																																																																
07	FRANA																																																																																																																
08	INCAPACITÀ																																																																																																																
09	MALORE																																																																																																																
10	MALTEMPO																																																																																																																
11	CORDA DOPPIA																																																																																																																
12	MORSO VIPERA																																																																																																																
13	NEBBIA																																																																																																																
14	PERDITA ORIENTAMENTO																																																																																																																
15	PRECIPITAZIONE																																																																																																																
16	PUNTURA INSETTI																																																																																																																
17	RITARDO																																																																																																																
18	SCIVOLATA																																																																																																																
19	SCIVOLATA GHIACCIO																																																																																																																
20	SCIVOLATA NEVE																																																																																																																
21	SCONTRO																																																																																																																
22	SFINIMENTO																																																																																																																
23	VALANGA																																																																																																																
24	FALSA CHIAMATA																																																																																																																
25	ALTRE																																																																																																																
COD.	ATTIVITÀ COINVOLTA																																																																																																																
01	ALPINISMO																																																																																																																
02	ARRAMPICATA SPORTIVA																																																																																																																
03	CACCIA																																																																																																																
04	CANOA																																																																																																																
05	CASCATA GHIACCIO																																																																																																																
06	DELTAPLANO																																																																																																																
07	EQUITAZIONE																																																																																																																
08	ESCURSIONISMO																																																																																																																
09	FERRATE																																																																																																																
10	FUNGHI																																																																																																																
11	IMPIANTI FUNE																																																																																																																
12	INCIDENTE AEREO																																																																																																																
13	AUTO - MOTO																																																																																																																
14	LAVORO																																																																																																																
15	MOUNTAIN BIKE																																																																																																																
16	PARAPENDIO																																																																																																																
17	PESCA																																																																																																																
18	RESIDENZA IN ALPEGGI																																																																																																																
19	SCI FONDO																																																																																																																
20	SCI ESCURSIONISTICO																																																																																																																
21	SCI FUORI PISTA																																																																																																																
22	SCI PISTA																																																																																																																
23	SCI ALPINISMO																																																																																																																
24	SPELEOLOGIA																																																																																																																
25	SURF FUORI PISTA																																																																																																																
26	SURF PISTA																																																																																																																
27	TORRENTISMO																																																																																																																
28	TURISMO																																																																																																																
29	ALTRO																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>COD.</th> <th>ELICOTTERO INTERVENUTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>01</td><td>CARABINIERI</td></tr> <tr><td>02</td><td>ESERCITO</td></tr> <tr><td>03</td><td>S.A.R.</td></tr> <tr><td>04</td><td>MARINA</td></tr> <tr><td>05</td><td>POLIZIA</td></tr> <tr><td>06</td><td>GUARDIA DI FINANZA</td></tr> <tr><td>07</td><td>VIGILI DEL FUOCO</td></tr> <tr><td>08</td><td>CORPO FORESTALE</td></tr> <tr><td>09</td><td>PROTEZIONE CIVILE</td></tr> <tr><td>10</td><td>118/ELISOCORSO</td></tr> <tr><td>11</td><td>STRANIERO</td></tr> <tr><td>12</td><td>PRIVATO</td></tr> <tr><td>13</td><td>ALTRO</td></tr> </tbody> </table>	COD.	ELICOTTERO INTERVENUTO	01	CARABINIERI	02	ESERCITO	03	S.A.R.	04	MARINA	05	POLIZIA	06	GUARDIA DI FINANZA	07	VIGILI DEL FUOCO	08	CORPO FORESTALE	09	PROTEZIONE CIVILE	10	118/ELISOCORSO	11	STRANIERO	12	PRIVATO	13	ALTRO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COD.</th> <th>GRADO DIFFICOLTÀ</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>01</td><td>1°</td><td>F.</td><td>M.S.</td></tr> <tr><td>02</td><td>2°</td><td>P.D.</td><td>B.S.</td></tr> <tr><td>03</td><td>3°</td><td>A.D.</td><td>O.S.</td></tr> <tr><td>04</td><td>4°</td><td>D.</td><td>M.S.A.</td></tr> <tr><td>05</td><td>5°</td><td>T.D.</td><td>B.S.A.</td></tr> <tr><td>06</td><td>6°</td><td>E.D.</td><td>O.S.A.</td></tr> <tr><td>07</td><td>&gt;6°</td><td>EX.</td><td></td></tr> </tbody> </table>	COD.	GRADO DIFFICOLTÀ			01	1°	F.	M.S.	02	2°	P.D.	B.S.	03	3°	A.D.	O.S.	04	4°	D.	M.S.A.	05	5°	T.D.	B.S.A.	06	6°	E.D.	O.S.A.	07	>6°	EX.																																																					
COD.	ELICOTTERO INTERVENUTO																																																																																																																
01	CARABINIERI																																																																																																																
02	ESERCITO																																																																																																																
03	S.A.R.																																																																																																																
04	MARINA																																																																																																																
05	POLIZIA																																																																																																																
06	GUARDIA DI FINANZA																																																																																																																
07	VIGILI DEL FUOCO																																																																																																																
08	CORPO FORESTALE																																																																																																																
09	PROTEZIONE CIVILE																																																																																																																
10	118/ELISOCORSO																																																																																																																
11	STRANIERO																																																																																																																
12	PRIVATO																																																																																																																
13	ALTRO																																																																																																																
COD.	GRADO DIFFICOLTÀ																																																																																																																
01	1°	F.	M.S.																																																																																																														
02	2°	P.D.	B.S.																																																																																																														
03	3°	A.D.	O.S.																																																																																																														
04	4°	D.	M.S.A.																																																																																																														
05	5°	T.D.	B.S.A.																																																																																																														
06	6°	E.D.	O.S.A.																																																																																																														
07	>6°	EX.																																																																																																															

COD.	ZONA ALPINA
01	FRIULI-VENEZIA GIULIA
02	BELLUNESE
03	ALTO ADIGE
04	S.A.T.
05	BRESCIANA
06	OROBICA
07	VALTELLINA - VALCHIAV.
08	VALSESIA - VALSESSERA
09	VALDOSTANA
10	VALDOSSOLA
11	PREALPI VENETE
12	CANAVESANA
13	TORINO
14	MONVISO - SALUZZO
15	ALPI MARITTIME
16	MONDOVI
17	APUANA
18	APPENINO MARCHIGIANO
19	LARIANA
20	ABRUZZO
21	SICILIA
22	BIELLESE
23	LIGURIA
24	LAZIO
25	EMILIA ROMAGNA

COD.	ZONA SPELEOLOGICA
26	PIEMONTE; VALLE D'AOSTA
27	FRIULI-VENEZIA GIULIA
28	TOSCANA
29	UMBRIA
30	LAZIO; ABRUZZO; MOLISE; CAMPANIA
31	VENETO; TRENINO ALTO ADIGE
32	PUGLIA; BASILICATA; CALABRIA
33	SARDEGNA
34	LOMBARDIA
35	SICILIA
36	MARCHE
37	EMILIA-ROMAGNA
38	LIGURIA

COD.	SERVIZIO REG. / PROV.
01	VALLE D'AOSTA
02	PIEMONTE
03	LOMBARDIA
04	TRENTINO
05	ALTO ADIGE
06	VENETO
07	FRIULI-VENEZIA GIULIA
08	EMILIA ROMAGNA
09	LIGURIA
10	TOSCANA
11	MARCHE
12	UMBRIA
13	LAZIO
14	ABRUZZO
15	PUGLIA
16	SICILIA
17	SARDEGNA

CRITICITÀ	
CODICE 0	Non emergenza; situazione di intervento differibile e/o programmabile; paziente indenne o con patologia (traumatica o non) poco rilevante
CODICE 1	Non emergenza; situazione differibile ma prioritaria rispetto al codice zero; paziente con funzioni vitali mantenute; con patologia acuta ma stabile
CODICE 2	Emergenza sanitaria; situazione a rischio; intervento non differibile; paziente con funzioni vitali mantenute, ma per le quali non si può escludere la compromissione delle stesse ovvero con danni funzionali potenzialmente rilevanti
CODICE 3	Emergenza assoluta; intervento prioritario; paziente con funzioni vitali compromesse o in imminente pericolo di vita
CODICE 4	Paziente deceduto

**NOTE PER LA COMPILAZIONE DEL RAPPORTO INFORMATIVO**

- Riportare correttamente il codice nelle caselle corrispondenti.
- Nella Nota rimborso spese (per assicurazione soci C.A.I. e/o per fini statistiche) il conteggio è valido esclusivamente per fini assicurativi a favore dei soli soci C.A.I. in applicazione dell'apposita polizza e non può costituire rimborso spese da far valere nei confronti di terzi.