

Il dilemma
risolto
grazie alla
conoscenza
basata sulle
evidenze

SCAVA VICINO SCAVA VELOCE

Davide Rogora
Centro Studi Materiali e Tecniche,
Club Alpino Italiano
Gianni Perelli Ercolini
Scuola Centrale di Scialpinismo,
Club Alpino Italiano

Uno studio sulle conseguenze della scelta del punto di inizio scavo nell'autosoccorso in valanga

Dig close, dig fast. A study on the consequences of excavation start point choice in avalanche companion rescue.

An effective avalanche companion rescue requires acting against the clock. This involves digging and getting him or her to breathe as quickly as possible. The companion rescue digging protocol known as the 'conveyor belt method' specifies (except in two special cases) to start shoveling in the vicinity of the probe that hit the buried subject. Conversely, authoritative alternative sources prescribe starting at a distance equal to at least the depth of burial or more. In this research, using representative paired field experiments, the effects of the two different courses of action were measured and compared. The differences that emerged are statistically significant and confirm the validity of the choice recommended in the technical handbooks of the Italian Alpine Club of starting close to the probe. Otherwise, the effectiveness of the intervention decreases, taking on average two and a half minutes longer and wasting seven percentage points of the probability of saving the life of the buried companion.

Salvare un compagno sepolto da una valanga impone di agire contro il tempo. Ciò implica scavare e metterlo in condizioni di respirare il più velocemente possibile. Il protocollo di scavo in autosoccorso noto come "metodo del nastro trasportatore" specifica (salvo in due situazioni particolari) di iniziare a spalare in prossimità della sonda che è andata a segno. Viceversa, autorevoli fonti alternative prescrivono di cominciare ad una distanza pari ad almeno la profondità di seppellimento o più. In questa ricerca, mediante esperimenti in campo, rappresentativi e appaiati, sono stati misurati e confrontati gli effetti dei due diversi modi di agire. Le differenze emerse sono statisticamente significative e confermano la validità della scelta raccomandata nei manuali tecnici del Club Alpino Italiano di iniziare vicino alla sonda. Diversamente, l'efficacia d'intervento diminuisce, impiegando mediamente due minuti e mezzo in più e sprestando sette punti percentuali della probabilità di salvare la vita al compagno sepolto.



INTRODUZIONE

Minimizzare il tempo in cui una persona rimane sepolta sotto una valanga è indispensabile per salvaguardare le sue possibilità di sopravvivenza. Dopo aver eseguito la localizzazione con A.R.T.Va. e aver stabilito un contatto con il soggetto sepolto mediante sondaggio, scavare seguendo un protocollo chiaramente strutturato è fondamentale per massimizzare le probabilità di successo del salvataggio. Nel corso degli anni, sono stati proposti e sviluppati diversi metodi per incrementare l'efficienza dell'operazione di salvataggio.

In base a verifiche sul campo il Club Alpino Italiano ha ritenuto più adatto il metodo del Nastro Trasportatore della Neve per l'insegnamento della tecnica di scavo. Esso è descritto nel capitolo Autosoccorso della più recente edizione del Manuale di Scialpinismo, messo a disposizione di tutte le scuole a supporto dei corsi di formazione e di addestramento periodico.

Una delle caratteristiche principali di questa tecnica è che i soccorritori lavorano sempre a una distanza pari alla lunghezza della pala l'uno dall'altro e il primo soccorritore si posiziona a una lunghezza di pala dalla sonda andata a segno sul sepolto. L'eccezione alla regola di vicinanza dello schieramento, rispetto alla sonda, è prevista in due casi particolari: neve soffice e profondità minima di seppellimento o numero di soccorritori insufficiente rispetto alla profondità di seppellimento.

Dalla data di pubblicazione del manuale si è notato che diverse fonti (cfr. Appendice), tra cui opuscoli di produttori di attrezzature, articoli su riviste specializzate, organizzazioni di soccorso, guide alpine, divulgatori web; dissentono da questo approccio, affermando categoricamente che lo scavo deve iniziare "lontano" dalla sonda: financo a 1.5 volte la profondità di seppellimento.

Il lavoro presentato in questo articolo analizza le potenziali differenze negli esiti quando si segue l'una o l'altra variante.

METODO

Per questo studio, abbiamo chiesto a gruppi di volontari di eseguire una coppia di scavi, ciascuno rappresentativo di un autosoccorso in valanga, differenziati esclusivamente dal punto di inizio scavo. Quello preso a riferimento è stato scelto vicino alla sonda, come da protocollo canonico del metodo del nastro trasportatore, secondo Genswein et al. (2008) e Manuale CAI #31 (2018). Quello posto a confronto è stato posizionato lontano dalla sonda, ad una distanza da essa pari alla profondità di seppellimento ipotizzata.

I dati sono stati raccolti durante quattro diverse sessioni di formazione/aggiornamento in campo, organizzate per dilettanti con un'ampia varietà del livello di competenza: dal ciaspolatore principiante, allo scialpinista evoluto, fino a candidati istruttori di sci alpinismo.

Un mix casuale di genere, età, forma fisica

e conoscenza dei metodi di scavo ha caratterizzato la composizione del campione di praticanti coinvolti. Laddove i soggetti intervistati avessero dichiarato scarsa dimestichezza con il metodo di scavo, prima dell'inizio dei test è stata effettuata una breve sessione di addestramento specifico per assicurare l'utilizzo della tecnica corretta.

La cadenza con cui ogni squadra è stata chiamata all'azione comprendeva un tempo di riposo sufficiente per evitare influenze di risultato imputabili al sopraggiungere di affaticamento fra uno scavo e il successivo. Inoltre, l'ordine delle tecniche con cui ogni gruppo ha iniziato l'uno o l'altro dei due esercizi di scavo è stato scelto in modo casuale.

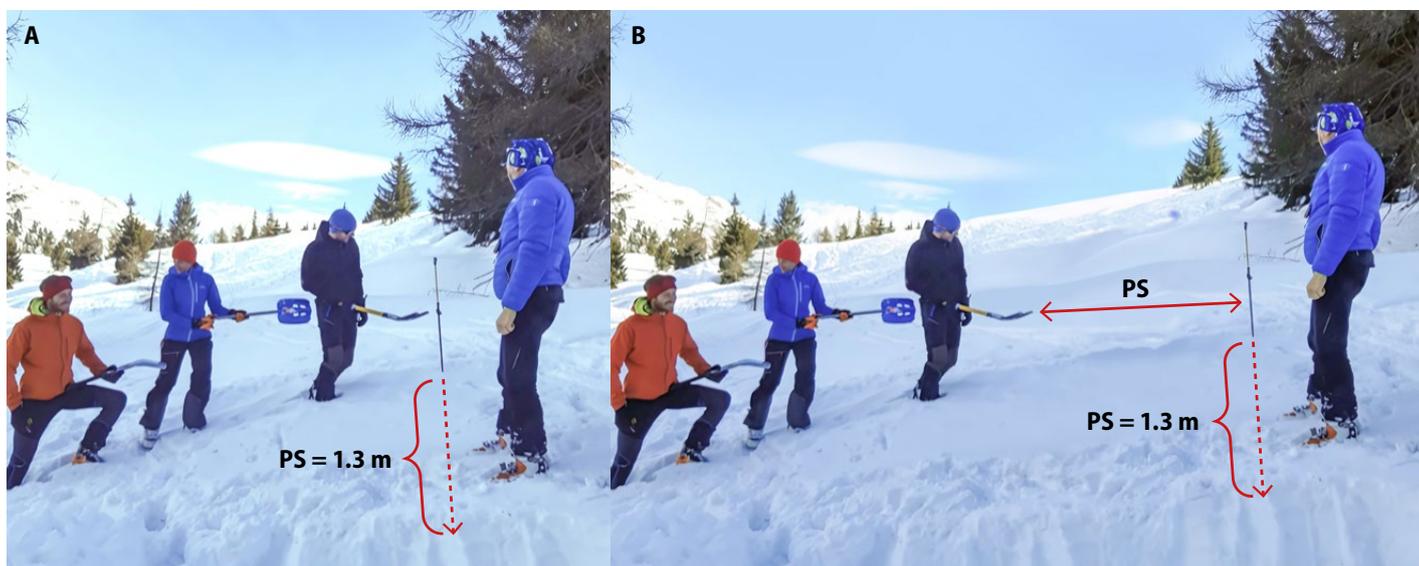
Alcuni parametri quali: la profondità di seppellimento (PS), l'inclinazione del pendio e il numero di componenti della squadra sono stati fissati a priori, dunque costanti in tutti gli esperimenti.

Le misure registrate sono state due istanti temporali ben precisi durante lo svolgimento del lavoro di scavo.

Il primo evento, denominato t_1 , è il tempo trascorso per raggiungere la punta della sonda infissa nel manto nevoso, che ha rappresentato, nella configurazione semplificata dei test, il tempo impiegato per ottenere il primo contatto visivo con il soggetto sepolto. Questo è normalmente un passaggio cruciale in quanto è l'istante in cui i soccorritori sono per la prima volta in grado di determinare l'effettiva

Foto pagina precedente:
Tiziano Colombo

Fig. 1 - Configurazione delle distanze assunte dai partecipanti durante gli esperimenti: a) l'approccio di riferimento "canonico" ovvero b) l'approccio a confronto "da lontano". a) schieramento vicino alla sonda b) schieramento lontano dalla sonda (foto di Luca Orsignola)



giacitura del sepolto rispetto alla posizione della sonda e decidere con precisione dove allargare la buca per arrivare alle vie respiratorie del soggetto.

Il secondo evento, denominato t_2 , è il tempo necessario per allargare la buca, al livello della punta della sonda infissa nel manto nevoso, fino a una determinata larghezza, fissata a priori e costante per ogni scavo, simulante l'avvenuto accesso alle vie aeree.

Profondità di seppellimento

La profondità di seppellimento simulata è stata di 130 cm per tutti gli scavi. Un valore ritenuto il giusto equilibrio tra la richiesta di uno sforzo impegnativo per le squadre coinvolte e un tempo sufficiente affinché si manifestassero gli effetti di interazione fra gli individui del team ma, d'altro canto, tale da evitare una durata eccessivamente prolungata per ciascuna prova. Questo valore è il 73° percentile fra gli individui che in Svizzera sono stati completamente sepolti da valanghe, così come registrati dal 1973-1974 al 2012-2013 nel database dell'istituto SLF di Davos e mostrato in un precedente lavoro di Reiweger et al. (2017).

Inclinazione del pendio

I luoghi in cui eseguire gli esperimenti sono stati scelti in modo da limitare l'inclinazione massima delle aree di scavo entro i cinque (5) gradi rispetto all'orizzontale. Inoltre, sono state prese particolari precauzioni per preservare una superficie sufficiente di manto nevoso intonso, nelle immediate vicinanze della prima buca scavata da ciascun team, in modo tale da garantire la massima omogeneità possibile sia dell'inclinazione sia dell'altrettanto importante durezza locale della neve.

Inclinazioni maggiori, in relazione alla medesima profondità di seppellimento stabilita per gli esperimenti, avrebbe semplificato eccessivamente il compito di scavo, mascherando potenzialmente gli effetti a confronto che sono invece oggetto di questa ricerca. Si è cercato pertanto di minimizzare questo tipo di influenza di risultato già in fase di progettazione degli esperimenti.



Fig. 2 - I parametri (istanti temporali) misurati: t_1 il raggiungimento della punta della sonda, t_2 l'allargamento della buca tale da accogliere un simulacro fisico di dimensioni predefinite.

Numerosità della squadra

Il numero di componenti di ogni squadra è stato limitato a tre (3). Questa scelta è stata fatta in fase di progettazione del test per cercare di rappresentare al meglio le caratteristiche di una azione realistica su terreno d'avventura.

Il primo aspetto attiene al concetto di numero "ideale" per una squadra di scialpinisti. Non troppo numerosa (diciamo < 5) per non incorrere in difficoltà di comunicazione, di visione comune o in generale, in tutto ciò che rientra nelle cosiddette problematiche da *fattore umano*. Non troppo scarna (diciamo ≤ 3) per non trovarsi con uno o due soli scampati (nell'ipotesi di un solo sciatore sepolto) e una conseguente capacità di autosoccorso assai limitata a causa del numero ridotto di persone attive rimaste. Queste considerazioni portano ad individuare la squadra "ideale" in quattro componenti, e pertanto l'autosoccorso è svolto dai tre non coinvolti.

In secondo luogo, con una squadra eccessivamente numerosa è ragionevole prevedere una maggiore difficoltà di coordinamento meramente dal punto di vista dell'applicazione pratica della tecnica di scavo: nonostante il maggior numero di

scavatori disponibili, la confusione insita può prevalere e l'efficacia globale diminuire. Si è quindi ritenuto indesiderabile enfatizzare questo tipo di handicap dato l'obiettivo della campagna sperimentale. A margine, è anche utile notare come a fronte di una profondità di seppellimento stimata in 130 cm, la "regola del convogliatore", su terreno pianeggiante, raccomandi l'impiego di 3,25 soccorritori (2x130/80)

Dimensione obiettivo dello scavo

La conclusione di ciascun esperimento è stata basata sul raggiungimento di una prefissata larghezza della buca, al livello della punta della sonda. Ciò a rappresentare realisticamente il raggiungimento dell'accesso alle vie aeree del soggetto sepolto. La dimensione scelta, pari a 80 cm, corrisponde alla distanza natica-occhio media dei valori al 95° percentile femminile e maschile, secondo Gordon et al. (2014) e MIL-STD-1472D (1989).

La scelta di allargare la buca verso il lato destro o sinistro, rispetto alla punta della sonda, è stata lasciata al caso, determinata da chi si trovava al vertice della squadra di soccorritori al momento del primo contatto visivo.

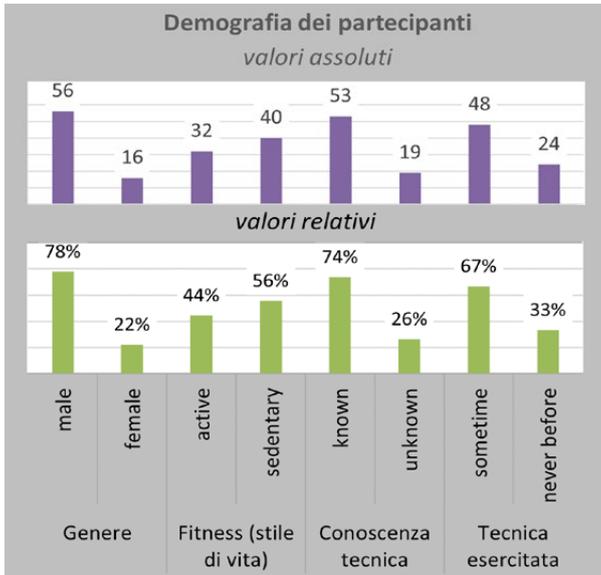


Fig. 3: Caratteristiche del campione dei partecipanti.

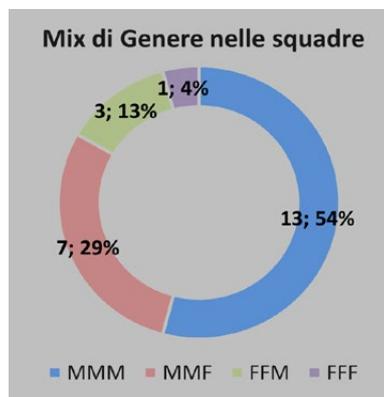


Fig. 4 - Mix di genere nelle squadre.

RISULTATI

Nel periodo dicembre 2019 - gennaio 2020 si sono svolte quattro (4) sessioni di prove sul campo in diversi luoghi delle Alpi. Due di queste in prossimità del Passo del Tonale 1880 m s.l.m. (46.25761, 10.57757) in data 1 e 2 gennaio 2020; una appena sotto il Passo del Sempione 1890 m s.l.m. (46.24289, 8.01209) il 28 dicembre 2019, e una alla sommità all'area sciistica dismessa di San Bernardino - CH 2250 m s.l.m. (46.46005, 9.15619) il 15 dicembre 2019.

Complessivamente, 24 squadre composte da 72 partecipanti hanno scavato 48 buche. Pertanto, il database è costituito da 24 osservazioni accoppiate: una per la buca scavata "canonicamente" e una per la corrispondente buca scavata "da lontano" dalla medesima squadra.

Attraverso una rapida intervista preliminare ciascuno dei partecipanti è stato identificato in base alle caratteristiche più rilevanti ai fini dello studio. Il 78% dei volontari aderenti è stato di sesso maschile e il 22% di sesso femminile. Il 44% dei parte-

cipanti ha affermato di condurre uno stile di vita attivo (A), mentre il restante 56% si è descritto come sedentario (S). Il 74% conosceva già il metodo di scavo del "nastro trasportatore" mentre per il restante 26% il metodo era sconosciuto. Il 67% ha dichiarato di aver già provato ad applicare il metodo almeno una volta, mentre il 33% non l'aveva mai utilizzato prima.

Le squadre che hanno operato sono state per il 54% composte da soli uomini (MMM), per il 29% da due uomini e una donna (MMF), per il 13% da due donne e un uomo (FFM) e per il 4% da sole donne (FFF).

Demografia

L'età dei membri delle squadre è risultata compresa fra 17 e 67 anni, con un valore medio di 43.6 (IQR 16.5).

Tempo di raggiungimento del sepolto

Nella configurazione di prova il primo contatto con il soggetto sepolto corrisponde al momento in cui la punta della sonda diventa visibile allo spalatore che lavora nella posizione più avanzata del nastro trasportatore. Questo istante è denominato t_1 . Nelle 24 prove che compongono il campione, in media, sono stati necessari 356 secondi (DS 83, CV 23%) per il metodo "canonico" (t_{1-c}) e 495 secondi (DS 103, CV 21%) per il metodo "da lontano" (t_{1-ff}).

Tempo di raggiungimento delle vie aeree

Nella configurazione di prova, il raggiungimento delle vie aeree del soggetto sepolto è l'evento chiave e corrisponde all'ottenimento di una larghezza della buca pari a 80 cm, a livello della punta della sonda. Circostanza verificata fisicamente inserendo nella buca un simulacro della dimensione prefissata, di forma cilindrica. Questo istante è denominato t_2 . Nelle 24 prove che costituiscono il campione, in media, sono stati necessari 508 secondi (DS 103, CV 20%) per il metodo "canonico" (t_{2-c}) e 661 secondi (DS 120, CV 18%) per il metodo "da lontano" (t_{2-ff}).

È utile precisare che la durezza della neve nelle 48 buche realizzate variava tra il

grado di durezza del *pugno* e quello del *dito*, con una prevalenza della durezza: *quattro dita*.

DISCUSSIONE

Per la valutazione i risultati sono stati raggruppati in base alla necessità di verificare se tra i due approcci allo scavo emergesse una differenza significativa nei tempi notevoli e quale tipo di conseguenze ciò potesse eventualmente comportare.

Le analisi statistiche sono state elaborate con l'ausilio del codice R. Per le basi teoriche e i manuali si rimanda alla documentazione di libero accesso del progetto R (2023).

Raggiungere il soggetto sepolto

Poiché si tratta di dati provenienti da esperimenti accoppiati, definiamo la variabile t_{1-d} come la differenza tra i due tempi seguenti:

$$t_{1-d} = t_{1-c} - t_{1-ff}$$

Dato che il *p-value* del test di Anderson-Darling effettuato sulla variabile t_{1-d} risulta pari a 0.58, è difficile negare l'ipotesi di normalità della distribuzione di essa. Il diagramma di confronto fra i quantili teorici e quelli osservati conforta questa tesi. Svolgendo un *t-test* ($\alpha=0.05$) sulla variabile t_{1-d} , equivalente ad un *t-test* per dati appaiati, con le seguenti ipotesi:

$$H_0: \mu = 0 \quad ; \quad H_a: \mu \neq 0$$

è emerso che il *p-value* è pari a $2.2E-7$, indicando chiaramente che non è possibile accettare l'ipotesi nulla che la media della variabile t_{1-d} sia uguale a zero. Ciò porta ad accettare che esiste una differenza statisticamente non trascurabile tra la media del metodo "canonico" (t_{1-c}) e la media del metodo "da lontano" (t_{1-ff}).

Poiché il valore della media campionaria della variabile t_{1-d} risulta essere negativo e pari a -139, testiamo anche la seguente ipotesi:

$$H_0: \mu \geq 0 \quad ; \quad H_a: \mu < 0$$

Il *p-value* del *t-test* pari a $1.1E-7$ indica chiaramente che non è possibile accettare l'ipotesi nulla che la media della variabile t_{1-d} sia maggiore o uguale a zero. Pertanto, si deve accettare che esiste una differenza negativa statisticamente non trascurabile tra la media del metodo "canonico" (t_{1-c}) e

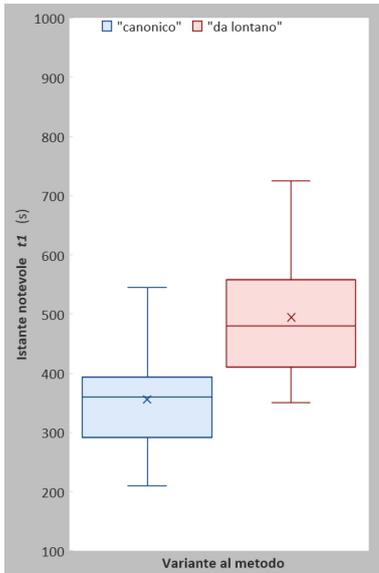


Figura 5: Tempo per liberare la punta della sonda - confronto tra i set di risultati.

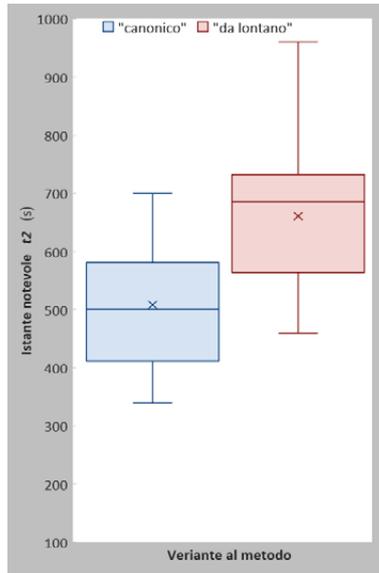


Figura 6: Tempo per allargare la buca alla dimensione prefissata - confronto tra i set di risultati.

quella del metodo "da lontano" (t_{1ff}). Ossia che il metodo "canonico" sembri essere più rapido del metodo "da lontano". La potenza del test, assumendo un delta fra t_{1-c} e t_{1-ff} pari a 120 secondi, risulta essere ben oltre la soglia comune dell'80% (99.9%).

Liberare le vie respiratorie del soggetto

Poiché si tratta di dati provenienti da esperimenti accoppiati, definiamo la variabile t_{2-d} come la differenza tra i due tempi seguenti:

$$t_{2-d} = t_{2-c} - t_{2-ff}$$

Dato che il p -value del test di Anderson-Darling effettuato sulla variabile t_{2-d} risulta pari a 0.13, è difficile negare l'ipotesi di normalità della distribuzione di essa. Il diagramma di confronto fra i quantili teorici e quelli osservati conforta questa tesi. Svolgendo un t -test ($\alpha=0.05$) sulla variabile t_{2-d} , equivalente ad un t -test per dati appaiati, con le seguenti ipotesi:

$$H_0: \mu = 0 \quad ; \quad H_a: \mu \neq 0$$

è emerso che il p -value è pari a $5.2E-7$, indicando chiaramente che non è possibile accettare l'ipotesi nulla che la media della variabile t_{2-d} sia uguale a zero. Ciò porta ad accettare che esiste una differenza statisticamente non trascurabile tra la media del metodo "canonico" (t_{2-c}) e la media del metodo "da lontano" (t_{2-ff}).

Poiché il valore della media campionaria della variabile t_{2-d} risulta essere negativo e pari a -153, testiamo anche la seguente ipotesi:

$$H_0: \mu \geq 0 \quad ; \quad H_a: \mu < 0$$

Il p -value del t -test pari a $2.6E-7$ indica chiaramente che non è possibile accettare l'ipotesi nulla che la media della variabile t_{2-d} sia maggiore o uguale a zero. Pertanto, si deve accettare che esiste una differenza negativa statisticamente non trascurabile tra la media del metodo "canonico" (t_{2-c}) e quella del metodo "da lontano" (t_{2-ff}). Ossia che il metodo "canonico" sembri essere più rapido del metodo "da lontano".

La potenza del test, assumendo un delta fra t_{2-c} e t_{2-ff} pari a 120 secondi, risulta essere ben oltre la soglia comune dell'80% (99.9%).

Tempi e probabilità di sopravvivenza

I test sul campo e l'analisi dei dati registrati indicano che una squadra impegnata in un'operazione di autosoccorso in valanga, in media, impiega 2.55 minuti (2' 33") in più per liberare le vie respiratorie del soggetto sepolto dopo averlo localizzato con successo, se inizia a scavare "da lontano" anziché vicino alla sonda come nella tecnica "canonica".

Se si considera il quinto percentile delle prestazioni del campione osservato, il tempo aggiuntivo complessivo aumenta fino all'allarmante cifra di 4.33 minuti (4' 20"). Maggiore è il tempo di scavo, minore è la probabilità di sopravvivenza. Quindi è essenziale interrogarsi sull'effettiva rappresentatività dello scenario utilizzato nei test e, non meno importante, stimare le conseguenze che un tale aumento dei tempi di autosoccorso possa comportare

rispetto alla probabilità di sopravvivenza del soggetto sepolto.

Vale la pena notare che la "distanza" nella configurazione scelta per i test è stata limitata a 1x la profondità di seppellimento, nonostante il minimo sostenuto da taluni sia "1.5x o più". Pertanto, è chiaramente prevedibile che eventuali ulteriori esperimenti basati su una distanza maggiore non farebbero altro che aggravare la stima del tempo supplementare necessario per liberare le vie aeree del soggetto.

Inoltre, la durezza della neve incontrata nelle sessioni sul campo, in media quattro dita, può essere una visione ottimistica di ciò che potrebbe essere un vero cumulo di detriti da valanga; ancora una volta lasciando prevedere che il tempo supplementare necessario per raggiungere e liberare le vie respiratorie della vittima risulterebbe maggiore.

Nel corso del tempo diversi ricercatori hanno tracciato curve che descrivono la probabilità di sopravvivenza in funzione della durata del seppellimento. A seconda del set di dati di riferimento, la pendenza di decadimento può differire. Cionondimeno, complessivamente i modelli di sopravvivenza appaiono ripetibili nella maggior parte degli scenari analizzati.

In particolare, utilizzando la letteratura, sono stati raccolti i dati seguenti sufficienti

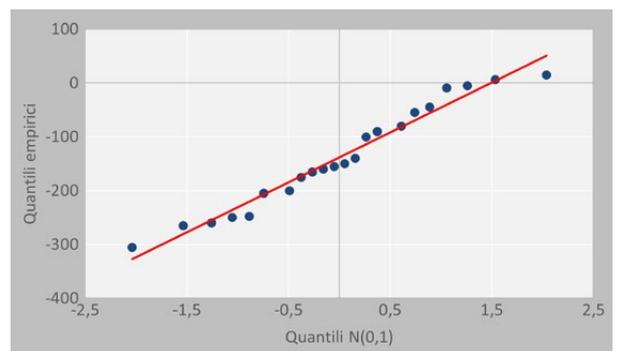


Figura 7: Q-Q plot della variabile t1_d.

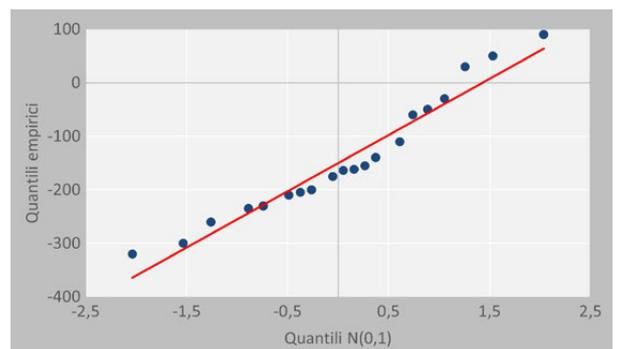
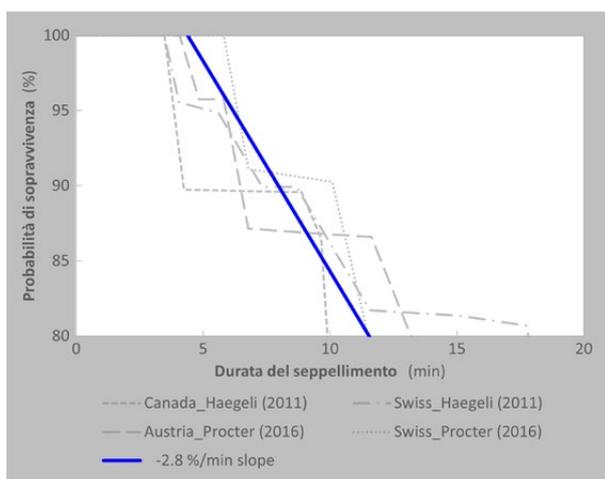
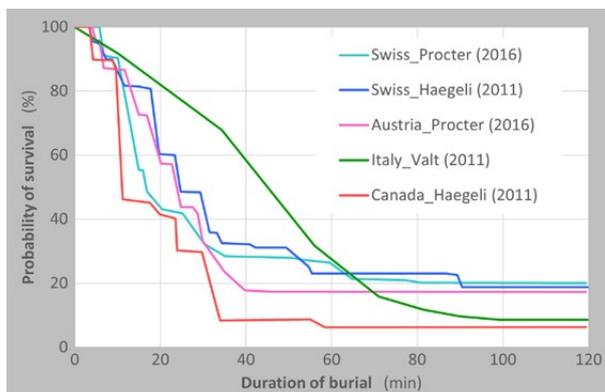


Figura 8: Q-Q plot della variabile t2-d.

40 ANNI DI AINEVA



ad approssimare gli andamenti delle curve nel periodo iniziale, ovvero per un tempo di sepoltura inferiore a 15 minuti, noto anche come zona di asfissia (vale a dire escludendo i traumi come causa di decesso):

- Svizzera 2.3 %/min Haegeli et al. (2011)
- Svizzera -3.5 %/min Procter et al. (2016)
- Canada -3.2 %/min Haegeli et al. (2011)
- Austria -2.2 %/min Procter et al. (2016)
- Italia -0.9 %/min Valt (2011)

Essendo etichettata "sperimentale" dal suo autore (essa non presenta infatti la forma convenzionale di Kaplan-Maier), la curva "italiana" è stata qui nel seguito tralasciata. La pendenza media delle altre curve consolidate risulta pari a -2.8% di probabilità di sopravvivenza per ogni minuto trascorso, nel periodo 0-15 minuti.

Ne consegue che, in media, se invece di attenersi alla metodologia di scavo "canonica", si cominciasse a scavare "da lontano", la probabilità di sopravvivenza diminuirebbe del 7.1% (2.8×2.55). Considerando il quinto

percentile delle prestazioni dei volontari coinvolti, la probabilità di sopravvivenza si ridurrebbe addirittura del 12.1% (2.8×4.33).

CONCLUSIONI

Attraverso prove sul campo, grazie all'azione di 72 volontari che hanno scavato buche accoppiate, è stato studiato l'impatto della scelta del punto di inizio scavo a 1x la profondità di sepoltura, in contrasto con l'istruzione canonica "vicino alla sonda" del metodo di scavo del Nastro Trasportatore della Neve.

Sebbene prove aggiuntive potrebbero fornire ulteriori dettagli sull'influenza delle variabili coinvolte, sembra chiaro che il metodo di scavo canonico massimizzi il potenziale di successo dell'azione di autosoccorso nella maggior parte dei casi, con squadre di autosoccorso composte da dilettanti.

Infatti, sulla base delle misurazioni dei tempi di scavo di 48 buche appaiate, una scavata con il metodo canonico e una scavata

Riferimenti

- Club Alpino Italiano, Commissione Nazionale Scuole Di Alpinismo Sci Alpinismo e Arrampicata Libera: Manuale di Scialpinismo, 2018. <https://store.cai.it/manualistica/134-scialpinismo-9788879820721.html>
- Genswein, M., Ragnhild, E.: The V-shaped snow conveyor belt, International Snow Science Workshop Preceedings, Whistler, 2008. https://arc.lib.montana.edu/snow-science/objects/P__8248.pdf
- Gordon, C. C. et al.: Anthropometric survey of U.S. army personnel: methods and summary statistics, Technical Report TR-15/007, Natick, MA, 2014. <https://dacowits.defense.gov/LinkClick.aspx?fileticket=EbsKcm6A10U%3D&portalid=48>
- Haegeli, P., Falk, M., Brugger, H. et al.: Comparison of avalanche survival patterns in Canada and Switzerland. CMAJ 2011; 183:789–95.6, 2011. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3080528/pdf/1830789.pdf>
- MIL-STD-1472D: Human engineering design criteria for military systems equipment and facilities, DoD, 1989. <https://www.tc.faa.gov/its/worldpac/Standards/Mil/mil-std-1472d.pdf>
- Procter, E., Strapazzon, G., Dal Cappello, T. et al.: Burial duration, depth and air pocket explain avalanche survival patterns in Austria and Switzerland. Resuscitation; 105:173–6, 2016. https://www.slf.ch/fileadmin/user_upload/SLF/Lawinen/Unfaelle_Schadenlawinen/Unfallberichte_Publikationen/Englisch/2016_burial_duration_procter.pdf
- Reiweger, I., Genswein, M., Paal, P., Schweizer, J.: A concept for optimizing avalanche rescue strategies using a Monte Carlo simulation approach, PLoS ONE 12(5), 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175877>
- The R Project for Statistical Computing, 2023. <https://www.r-project.org/>
- Valt, M.: Incidenti da valanga, Neve&Valanghe, #72(23), 2011. https://aineva.it/wp-content/uploads/Pubblicazioni/Rivista72/nv72_3.pdf

Appendice

- La Chamoniarde: Le basi della sicurezza in fuoripista eccole qui, 2016 <https://www.fondazionemontagnasicura.org/asset/la-base-italien.pdf> (ultima consultazione Settembre 2023)
- Lutzenberger, M.: Linee guida per la ricerca e il recupero delle vittime da valanga tramite apparecchi ARTVA, 2019. <https://skialper.it/su-skialper-di-dicembre-gennaio-uno-speciale-di-16-pagine-sullautosoccorso-in-valanga/> (ultima consultazione Settembre 2023)
- Ortovox, Safety Academy, Lab Snow: Tecniche di autosoccorso, 2023 <https://www.ortovox.com/it/safety-academy-lab-snow/04-tecniche-di-soccorso-autosoccorso> (ultima consultazione Settembre 2023)
- Tessore, L.: Cosa fare in caso di valanga, 2021. <https://outdoortest.it/cosa-fare-in-caso-di-valanga/> (ultima consultazione Settembre 2023)
- Vidi, P.: Autosoccorso in valanga, 2018. https://websoon.trentinosci.it/public/1/Collegio/vidi_autosoccorso-in-valanga-2018.pdf (ultima consultazione Settembre 2023)
- Valgoi, F.: Approccio e auto-soccorso in valanga, 2017. <https://www.fisi.org/wp-content/uploads/2017/12/PRESENTAZIONE-GdG-SKI-ALP-2017.pdf> (ultima consultazione Settembre 2023)

Articolo originale

- https://arc.lib.montana.edu/snow-science/objects/ISSW2023_O12.04.pdf

iniziando "lontano dalla sonda", in media sono stati necessari 2 minuti e 33 secondi in più nel secondo caso.

In accordo alla letteratura disponibile, relativa alle curve di sopravvivenza che esprimono la riduzione della possibilità, per un soggetto totalmente sepolto, di sfuggire all'asfissia al trascorrere del tempo, tale aumento medio del tempo di scavo corrisponde a sciupare il 7 % della probabilità di sopravvivenza.

Se poi, invece di riferirsi alla prestazione media delle squadre di partecipanti si assumesse il quinto percentile, l'incremento di tempo e la riduzione della probabilità di sopravvivenza lieviterebbero ulteriormente a 4 minuti e 20 secondi e al 12% rispettivamente.

Pertanto, si ritiene sia necessaria una certa cautela nel raccomandare l'adozione della variante "lontano dalla sonda" senza considerare il rischio effettivo di ridurre le probabilità di sopravvivenza e senza includere un chiaro avvertimento delle potenziali implicazioni della sua adozione.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare tutti i volontari che hanno partecipato attivamente nelle sessioni sul campo, il Prof. Andrea Spanò per il supporto e la supervisione delle analisi statistiche e il Dr. Paul Murray per la revisione del manoscritto in lingua inglese. Infine, l'aspetto più importante: dedichiamo questo lavoro al nostro caro amico Angelo Panza. Scomparso a giugno sulla traversata dei Lyskamm, al Monte Rosa, non potrà leggere l'articolo che tanto lo avrebbe interessato, avendo egli dedicato un'intera vita all'insegnamento dello scialpinismo nelle scuole del CAI. È stato un amato maestro, a noi non resta che cercare di continuare la sua opera.

Excelsior!

Pagina a fianco in alto:

Figura 9: Curve di sopravvivenza in valanga, replicate dalle fonti citate.

Figura 10: Decadimento medio della probabilità di sopravvivenza (intervallo 0-15 minuti).

Tabella 1: I dati sperimentali registrati.

| Squadra | Tester | Genere | Forma fisica | Metodo noto | Metodo provato | Età | t _{1c} (s) | t _{2c} (s) | t _{1ff} (s) | t _{2ff} (s) | t _{1d} (s) | t _{2d} (s) |
|---------|--------|--------|--------------|-------------|----------------|-----|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 1 | M | S | Y | Y | 48 | 405 | 670 | 450 | 700 | -45 | -30 |
| | 2 | M | S | Y | Y | 48 | | | | | | |
| | 3 | M | S | Y | Y | 22 | | | | | | |
| 2 | 4 | M | S | Y | Y | 36 | 235 | 420 | 500 | 680 | -265 | -260 |
| | 5 | M | S | Y | Y | 36 | | | | | | |
| | 6 | M | S | Y | Y | 60 | | | | | | |
| 3 | 7 | M | S | Y | Y | 60 | 210 | 360 | 350 | 560 | -140 | -200 |
| | 8 | M | A | Y | Y | 62 | | | | | | |
| | 9 | M | A | N | N | 62 | | | | | | |
| 4 | 10 | M | A | Y | Y | 54 | 350 | 410 | 355 | 460 | -5 | -50 |
| | 11 | F | S | Y | Y | 54 | | | | | | |
| | 12 | M | S | Y | Y | 24 | | | | | | |
| 5 | 13 | M | S | Y | Y | 24 | 320 | 460 | 410 | 670 | -90 | -210 |
| | 14 | M | A | Y | Y | 24 | | | | | | |
| | 15 | M | S | N | N | 24 | | | | | | |
| 6 | 16 | F | S | N | N | 46 | 380 | 460 | 640 | 780 | -260 | -320 |
| | 17 | M | A | Y | N | 46 | | | | | | |
| | 18 | M | A | Y | Y | 51 | | | | | | |
| 7 | 19 | M | S | Y | Y | 27 | 270 | 410 | 475 | 640 | -205 | -230 |
| | 20 | F | S | Y | Y | 51 | | | | | | |
| | 21 | M | A | Y | Y | 39 | | | | | | |
| 8 | 22 | M | A | Y | Y | 47 | 380 | 500 | 530 | 705 | -150 | -205 |
| | 23 | F | S | N | N | 17 | | | | | | |
| | 24 | F | S | N | N | 17 | | | | | | |
| 9 | 25 | F | A | Y | Y | 45 | 312 | 630 | 560 | 690 | -248 | -60 |
| | 26 | F | S | N | N | 52 | | | | | | |
| | 27 | M | S | N | N | 54 | | | | | | |
| 10 | 28 | F | S | Y | N | 42 | 485 | 585 | 540 | 725 | -55 | -140 |
| | 29 | F | S | Y | N | 56 | | | | | | |
| | 30 | F | A | Y | N | 38 | | | | | | |
| 11 | 31 | M | S | Y | Y | 43 | 440 | 620 | 434 | 590 | 6 | 30 |
| | 32 | F | S | N | N | 46 | | | | | | |
| | 33 | M | A | N | N | 38 | | | | | | |
| 12 | 34 | M | S | Y | N | 57 | 550 | 700 | 725 | 960 | -175 | -260 |
| | 35 | M | A | Y | Y | 59 | | | | | | |
| | 36 | M | S | N | N | 42 | | | | | | |
| 13 | 37 | M | S | Y | Y | 37 | 385 | 570 | 635 | 770 | -250 | -200 |
| | 38 | M | S | N | N | 53 | | | | | | |
| | 39 | M | A | N | N | 53 | | | | | | |
| 14 | 40 | M | S | Y | Y | 42 | 320 | 500 | 475 | 610 | -155 | -110 |
| | 41 | M | A | N | N | 36 | | | | | | |
| | 42 | M | A | N | N | 57 | | | | | | |
| 15 | 43 | M | S | N | N | 53 | 395 | 560 | 485 | 735 | -90 | -175 |
| | 44 | M | A | N | N | 55 | | | | | | |
| | 45 | M | S | Y | Y | 29 | | | | | | |
| 16 | 46 | M | A | N | N | 64 | 380 | 485 | 545 | 720 | -165 | -235 |
| | 47 | M | A | N | N | 67 | | | | | | |
| | 48 | F | A | N | N | 60 | | | | | | |
| 17 | 49 | M | A | Y | Y | 59 | 310 | 415 | 410 | 570 | -100 | -155 |
| | 50 | M | A | Y | Y | 34 | | | | | | |
| | 51 | M | A | Y | Y | 44 | | | | | | |
| 18 | 52 | M | A | Y | Y | 48 | 240 | 340 | 400 | 480 | -160 | -140 |
| | 53 | M | A | Y | Y | 41 | | | | | | |
| | 54 | M | A | Y | Y | 41 | | | | | | |
| 19 | 55 | F | A | Y | Y | 45 | 285 | 390 | 590 | 690 | -305 | -300 |
| | 56 | M | A | Y | Y | 43 | | | | | | |
| | 57 | M | A | Y | Y | 42 | | | | | | |
| 20 | 58 | M | A | Y | Y | 34 | 370 | 520 | 355 | 470 | 15 | 50 |
| | 59 | M | S | Y | Y | 47 | | | | | | |
| | 60 | M | A | Y | Y | 48 | | | | | | |
| 21 | 61 | M | S | Y | Y | 47 | 390 | 565 | 590 | 795 | -200 | -230 |
| | 62 | M | S | Y | Y | 38 | | | | | | |
| | 63 | F | S | Y | Y | 39 | | | | | | |
| 22 | 64 | M | S | Y | Y | 39 | 545 | 660 | 554 | 824 | -9 | -164 |
| | 65 | M | S | Y | Y | 32 | | | | | | |
| | 66 | M | S | Y | Y | 36 | | | | | | |
| 23 | 67 | M | A | Y | Y | 30 | 330 | 565 | 410 | 475 | -80 | 90 |
| | 68 | F | A | Y | Y | 53 | | | | | | |
| | 69 | M | S | Y | Y | 38 | | | | | | |
| 24 | 70 | M | S | Y | Y | 33 | 245 | 400 | 450 | 562 | -205 | 162 |
| | 71 | M | S | Y | Y | 32 | | | | | | |
| | 72 | M | S | Y | Y | 36 | | | | | | |