

**UN INNOVATIVO
SISTEMA A GAS
ELITRASPORTATO
PER IL DISTACCO
PROGRAMMATO
DI VALANGHE**

DAISY BELL

**Philippe Berthet Rambaud,
Louis Noel, Bruno Farizy,
Jean Marc Neuville, Stéphane
Constant, Pascal Roux ed
Ernesto Bassetti**
TAS/Obiettivo Neve

Il distacco artificiale di valanghe, come dimostrato dall'inverno appena trascorso, necessita di un'ampia varietà di mezzi e tecniche per poter avvenire in tempo utile e risultare efficace. Limitazioni normative e difficoltà di utilizzo dei mezzi convenzionali di distacco artificiale (esplosivi) hanno spinto verso soluzioni tecniche diverse, che sfruttano l'esplosione di miscele gassose entro appositi contenitori (Gazex; Heli-avahlex e Avalanche Blast). Negli ultimi due anni è stato sperimentato con successo un nuovo apparato elitrasportabile basato su questo principio: la DaisyBell. L'articolo ne illustra caratteristiche tecniche, performance e una prima valutazione sul suo utilizzo.



INTRODUZIONE

Il periodo subito successivo ad una nuova nevicata è certamente il più pericoloso per quanto riguarda le valanghe e pertanto si rende spesso necessario provocarne il distacco preventivo, specialmente per quanto riguarda la messa in sicurezza di strade, piste e impianti di risalita. A tale scopo esistono al mondo diverse soluzioni tecniche, ma la maggior parte di queste non è mobile, limitando così il risultato al solo pendio nel quale sono installate. Di conseguenza quando una vasta area deve essere protetta, questi impianti fissi non sono più sufficienti e occorre così completare il lavoro di bonifica con attrezzature mobili. Ma la maggior parte dei sistemi mobili ancora oggi prevede l'impiego di esplosivo che viene trasportato nella zona di distacco grazie a svariate tecnologie e in base alle leggi in vigore nei diversi paesi: Catex, uomini, battipista, elicotteri, artiglieria.

In ogni caso sussistono ancora molte controindicazioni circa l'impiego dell'esplosivo, quali ad esempio il rispetto di norme e procedure molto stringenti per il traspor-

to, l'uso e lo stoccaggio dello stesso, ma anche per la manipolazione e l'innescamento delle operazioni alquanto delicate. Per la cronaca, nel mondo si verificano ancora molti incidenti per colpa dell'esplosivo e questo nonostante sia sempre più obbligatorio fare corsi di formazione ed esami specifici al fine di migliorare le conoscenze e ridurre il rischio di incidenti.

Una soluzione alternativa è rappresentata dall'impiego di miscele di gas. Infatti nella pratica, fintanto che i gas sono nelle loro bombole separati tra loro, il rischio di incidenti è praticamente nullo mentre il loro trasporto e lo stoccaggio sono decisamente più facili. Inoltre oggi è anche relativamente più semplice gestire correttamente la miscelazione dei gas grazie all'impiego di strumenti industriali più performanti come tubi flessibili, valvole e guarnizioni speciali. Per contro non è così semplice creare nell'aria libera un'atmosfera esplosiva solamente rilasciando dei gas; e un altro importante fattore di sicurezza è dato dal range di concentrazione per il quale i gas diventano perico-

losi, range che aumenta nel caso di gas molto volatili.

Attualmente la vera sfida, che consiste nello sviluppare un sistema a gas realmente utilizzabile nella pratica, implica comunque il confinamento di una minima quantità di gas necessaria all'ottenimento dell'esplosione.

Ad esempio il sistema Gazex sfrutta una miscela di ossigeno e propano più pesante dell'aria e che pertanto resta nel fondo del tubo inclinato durante la fase di iniezione dei gas.

DAISYBELL: L'IDEA

Il progetto DaisyBell, il cui completamento ha richiesto due anni di lavoro e circa 600.000 € di investimenti, è nato per far fronte all'esigenza di poter usare un sistema a gas mobile e trasportabile sotto un elicottero per le operazioni di distacco programmato di valanghe. I prototipi dell'Heli-avahlex e dell'Avalanche Blast – entrambi mobili – usavano un pallone in latex per confinare la miscela gassosa. Erano certamente pratici da usare, tut-



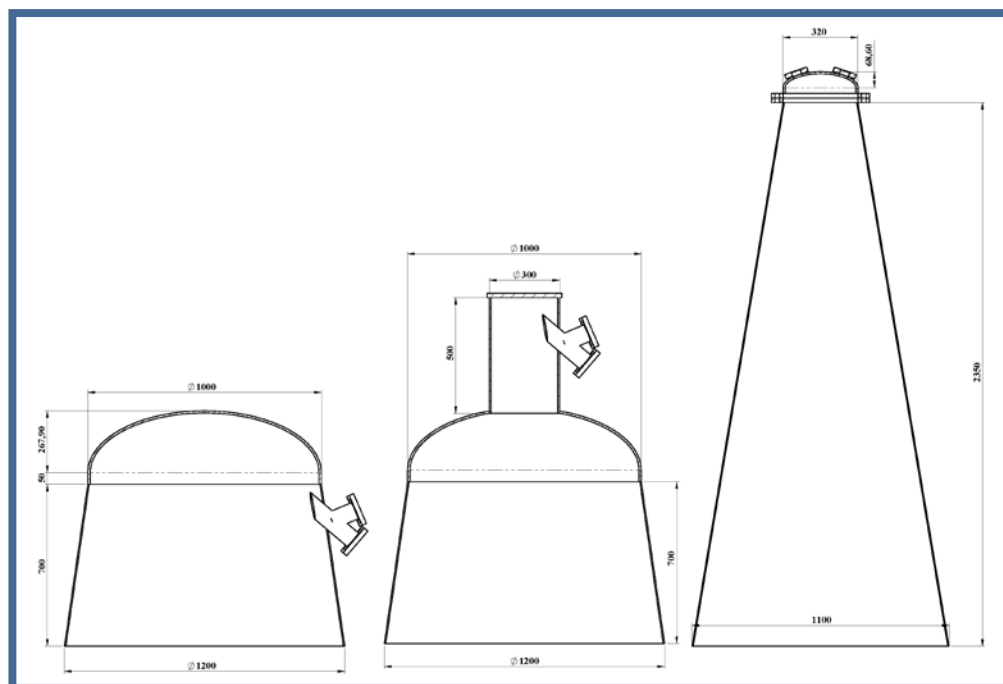
tavia hanno dimostrato non pochi limiti tecnici. Innanzitutto funzionavano grazie a meccanismi complicati e molto precisi atti a collegare la riserva dei gas al pallone che deve essere riempito per esplodere per poi passare al successivo e così via. Il loro impiego era particolarmente difficile in condizioni ambientali difficili (vento, gelo, ...) e ponevano dei problemi meccanici mai realmente risolti. Infine l'impiego dei palloni in latex determinava dei problemi di autonomia di tiro e quindi un limitato numero di possibili valanghe provocate per campagna di volo.

Tutte queste osservazioni sono state tenute in considerazione nello sviluppo del progetto DaisyBell che è partito in base ad un'idea ben precisa: sostituire il volume temporaneo di gas dato dal pallone con un contenitore fisso in metallo.

All'inizio era previsto l'impiego di una chiusura del contenitore – i test vennero portati avanti con dei teli in PVC – che permettesse in un primo tempo la raccolta dei gas per poi aprirsi al momento dell'esplosione; ma subito dopo venne l'idea di impiegare una miscela gassosa di ossigeno e idrogeno, per risolvere il problema all'origine. Questa miscela è infatti più leggera dell'aria e pertanto poteva essere immaginato un contenitore in cima al quale venissero iniettati i gas. Inoltre, cosa di non secondaria importanza, una miscela stechiometrica di ossigeno e idrogeno è altamente esplosiva e genera un'energia elevatissima, aspetto molto sensibile nel distacco programmato di valanghe.

Sancito questo importante principio, vennero fatti numerosi test con diverse forme di contenitori a campana, inizialmente appese a dei camion gru. Questi primi test avevano alcuni obiettivi ben precisi:

- scegliere la forma migliore e testare la sua capacità a trattenere in alto la miscela gassosa al momento dell'iniezione dei gas;
- testare la capacità di produrre un'esplosione sufficientemente potente;



- classificare le esplosioni ottenute sulle base dei parametri di proporzione dei gas e relativi volumi.

Il risultato delle esplosioni doveva garantire il giusto compromesso tra un'efficiente onda di choc rivolta verso il pendio e la conseguente ineludibile reazione contraria rivolta invece verso l'elicottero. In realtà l'esplosione provoca una reazione del volume di gas e quindi del contenitore a campana verso l'alto, e conseguente ricaduta verso il basso per effetto della forza di gravità. Riguardo invece l'elicottero, la sfida consisteva nel fare in modo che la ricaduta della massa inerte dopo l'esplosione fosse compatibile con le tenute del cavo e del gancio, nonché con le capacità di volo dell'elicottero.

La Figura 1 mostra appunto uno schizzo delle tre forme differenti testate inizialmente: la prima era troppo larga e non consentiva una corretta miscelazione dei gas senza un'ideale chiusura temporanea dell'apertura in basso. La seconda versione è stata la prima ad essere equipaggiata di una camera cilindrica sulla sua sommità: la sua forma più piccola rispetto alla campana iniziale limitava le turbolenze dell'aria ambiente durante l'iniezione dei gas e prima dell'esplosione in modo da garantire l'esplosione stessa in ogni momento. Tuttavia il vero vantaggio di questa



seconda tipologia di campana era quello di non richiedere più la chiusura temporanea dell'apertura in basso. Alla fine però fu la forma a cono quella ad essere ritenuta la migliore possibile: è risultata infatti essere quella più semplice da costruire a livello industriale e inoltre presentava gli stessi vantaggi della seconda forma limitando per di più al massimo gli effetti di spinta verso l'alto a tutto vantaggio della stabilità di volo dell'elicottero.

La prima pre serie di DaisyBell venne impiegata sulle Alpi nell'inverno 2007/2008 dimostrandosi però un po' troppo pesante, soprattutto a quote elevate; di conseguenza la versione finale è stata ridotta in altezza di 25 cm proprio per diminuirne il peso.

Fig. 1

Fig. 2



CARATTERISTICHE TECNICHE E DI DESIGN

Le figure 2 e 3 mostrano le attrezzature e gli strumenti installati sul contenitore conico in acciaio. Due bombole di idrogeno e una di ossigeno sono fissate su idonei supporti antivibrazioni alla struttura conica. Entrambi i gas vengono iniettati separatamente nella parte alta del cono in una specifica camera di miscelazione: questa camera di miscelazione svolge la funzione molto importante di creare una miscela gassosa uniforme prima dell'innesco dell'esplosione. Questo componente del sistema è stato uno dei più importanti e complicati aspetti da risolvere di tutto il progetto. La pressione iniziale delle bombole dei gas è pari a 200 bar; viene ridotta a qualche bar solamente grazie ad una doppia camera d'espansione collegata ad un foro calibrato opportunamente. Questa soluzione tecnica consente di conoscere con precisione il flusso di gas iniettato nella camera di scoppio in modo da controllare la miscelazione dei gas appena prima dell'esplosione. Il volume complessivo è stato portato a 350 litri; questo valore è leggermente inferiore a quello complessivo della campana conica in modo da avere la certezza che tutto il gas inviato resti nel cono stesso e che non ci sia nessuna fuoriuscita di gas dal cono prima dell'esplosione.

Fig. 3



L'apparecchio è appeso sotto l'elicottero ad una distanza di circa 10/20 metri a seconda delle scelte del pilota e delle caratteristiche morfologiche del terreno; in questo modo il flusso d'aria elevato e le turbolenze create dal rotore principale non influiscono sull'invio dei gas e neppure sull'esplosione. La stessa cosa vale nel caso di vento forte (ovviamente in condizioni meteo comunque compatibili con il volo dell'elicottero) e questo ha fatto sì che venisse abbandonata l'idea originale di integrare il cono con una minigonna per regolare i flussi d'aria e le turbolenze.

L'innesco dell'esplosione è provocato da due candele poste nella parte sommi-



tale del cono. Naturalmente il sistema è munito di valvole di non ritorno che impediscono all'esplosione di rientrare verso le riserve di gas. Il quadro elettrico di comando è composto da una piccola valigetta consolle trasportabile tenuta dall'operatore addetto ai tiri all'interno della cabina dell'elicottero; il collegamento con Daisy Bell avviene via onde radio grazie ad un'antenna a base magnetica che viene posata sul pattino dell'elicottero in modo da cancellare qualsiasi rischio di interferenze in cabina. Naturalmente il quadro di comando è munito di un piccolo schermo che, grazie al software dedicato, permette di leggere i principali dati tecnici utili al funzionamento del sistema: altezza dal suolo, carica delle batterie, autonomia di tiro, test di funzionamento e così via.

L'innesco dell'esplosione è semi automatico, in quanto è sufficiente la pressione contemporanea di due specifici pulsanti per un tempo prestabilito per avviare la procedura di tiro inviando contemporaneamente i due gas ed attivando le scintille delle due candele d'accensione. L'intera operazione avviene in 7 secondi. Per motivi di sicurezza, in caso di problemi il semplice rilascio di uno dei due pulsanti interrompe la procedura di tiro; procedura che può essere automaticamente riavvia-



ta se si esercita nuovamente la pressione sui due pulsanti entro 30 secondi. Se si supera questo tempo massimo il sistema si blocca definitivamente e per poter ottenere una nuova esplosione bisogna pulire l'interno della campana; questa operazione consiste nell'inviare all'interno del cono di esplosione solamente dell'ossigeno in modo da rendere l'ambiente non esplosivo. La stessa procedura può essere attivata in caso di problemi inaspettati, ad esempio un atterraggio forzato o un veloce ed improvviso cambio di programma nelle operazioni di bonifica.

Un sistema di lettura a distanza comunica sul quadro di comando la distanza tra il

fondo di DaisyBell e il manto nevoso in modo da comandare l'esplosione all'altezza di tiro ideale; l'esperienza di quest'inverno ha mostrato che la distanza ideale per il tiro è variabile tra 3 e 10 metri in funzione del tipo di neve al suolo.

A pieno carico e con la massima autonomia (3 bombole di gas in alluminio) DaisyBell pesa circa 550 kg ma il sistema può essere alleggerito utilizzando una bombola di idrogeno in meno, ovviamente riducendo del 50% l'autonomia di tiro. Autonomia che è di 30 tiri a bombola e pertanto con il "pieno" DaisyBell può effettuare una sessantina di tiri prima che l'elicottero debba atterrare per fare il cambio delle bombole.

Fig. 4



PERFORMANCE

La forma dell'apparato è stata studiata appositamente per dirigere l'effetto dell'esplosione sulla verticale del manto nevoso. Come mostrato nella figura 4 si ottiene il tipico profilo di una sovrappressione con subito a seguire una depressione, il che provoca un doppio effetto sul manto nevoso: per prima cosa ne rompe le resistenze e in seguito, "sollevandolo" verso l'alto, lo fa partire verso valle. Le misurazioni fatte con un sensore capace di registrare le sovrappressioni poste a terra hanno dato dei risultati molto validi; la sovrappressione massima ottenuta a 12 metri in orizzontale raggiunge gli 80/90 mbar per l'onda riflessa al suolo, valore che corrisponde a quello di un esplosore Gazex da 0,8 mc. La grossa differenza consiste nella durata dell'esplosione che è molto più corta di quella che avviene con la miscela propano - ossigeno usata nel sistema Gazex. In linea di principio possiamo affermare che l'esplosione idrogeno - ossigeno si pone a metà strada tra l'esplosione ottenuta con l'esplosivo tradizionale e quella ottenuta con la miscela propano - ossigeno del Gazex in termini di effetto sul manto nevoso e di velocità dell'onda di choc. Gli effetti dell'esplosione sull'elicottero sono minimi: in pratica la massa dinamica equivalente al gancio è di più o meno 200 Kg a causa dell'effetto dell'esplosione. Questo sovrappeso rappresenta circa il 20% della massa globale, ma questo avviene solamente in

tempi rapidissimi e influenti sul volo dell'elicottero.

CERTIFICAZIONI E OMOLOGAZIONI E PRIME REFERENZE

A un anno dalla sua prima apparizione, Daisy Bell ha ottenuto la certificazione CE rilasciata dall'organismo notificato francese Ineris, sulla base di diverse direttive europee (Direttiva Macchine, apparecchiature elettriche ed elettroniche, apparecchi a pressione, ambiente esplosivo e altre). Inoltre ha anche avuto l'approvazione dall'Istituto nazionale Francese per i rischi industriali, dall'aviazione civile di vari paesi e dalle più importanti case produttrici di elicotteri.

Nell'autunno 2008 sono state prodotte una quindicina di macchine che grazie alle numerose dimostrazioni organizzate in vari paesi del mondo, sono diventate poi tutte operative. Daisy Bell è attualmente in funzione in: Canada, Spagna (Formigal e Baqueira), Francia (Chamonix, Les Portes du Soleil, Les 7 Laux, La Plagne, Alpe d'Huez), Austria e Italia (Promotur in Friuli, Provincia di Trento, Comunità Montana Valli Gesso e Vermenagna, Elikos in Val Gardena, Elimast in Valcamonica, Air Service a Cortina).

CONCLUSIONI

Questo nuovo e innovativo sistema volan-

te per il distacco di valanghe - Daisy Bell - porta a questo importante settore per la sicurezza in montagna molti vantaggi; semplicità di funzionamento, rapidità d'intervento, autonomia, economicità, efficacia, mobilità. Ma come tutte le cose, presenta anche qualche punto debole: innanzitutto può essere usata solamente se l'elicottero può volare e normalmente questo avviene solo al termine di una nevicata. In effetti l'impiego di quest'inverno ha dimostrato ampiamente come la rapidità di intervento, la possibilità di intervenire in qualsiasi condizione meteorologica e soprattutto la possibilità di frazionare la massa nevosa che si vuole staccare, siano dei fattori estremamente importanti per quanto riguarda la sicurezza e l'affidabilità del sistema di protezione.

L'uso massiccio ha inoltre fatto emergere alcune migliorie necessarie tipiche di tutte le novità tecnologiche: alcune ricerche e qualche minima modifica sono già in corso in modo da affrontare la prossima stagione con una Daisy Bell ancora più in forma e sempre più performante.

Daisy Bell diventa così un sistema di distacco complementare agli impianti fissi e risulta estremamente adatto a tutte quelle situazioni che per svariati motivi non sono mai state monitorate e risolte prima con altri mezzi: studio di nuove aree pericolose nelle quali poi si vuole installare un impianto fisso, vie di comunicazione dove il pericolo è di tipo eccezionale con tempi di ritorno lunghissimi, gare (ad esempio di sci alpinismo) ed altri eventi non ripetitivi e così via.

Gli studi fatti per questo importante progetto consentiranno probabilmente anche la creazione di nuove strade e nuove tecnologie utili al distacco programmato di valanghe, un metodo di protezione e prevenzione che per motivi economici ma non solo trova sempre più sostenitori in tutti i paesi montagnosi del mondo.

Per ulteriori informazioni: www.groupem-nd.com, www.obiettivoneve.it

DAISYBELL 2008/2009

Prime considerazioni empiriche

Nella stagione invernale 2008/2009 la Provincia autonoma di Trento ha noleggiato dalla ditta Obiettivo Neve s.r.l. il sistema DaisyBell per il distacco artificiale di valanghe. Da gennaio a marzo sono state effettuate una quindicina di missioni per la bonifica di circa 30 siti valanghivi sperimentando la DaisyBell con diverse condizioni del manto nevoso.

Dall'esperienza fatta fin ora è emerso che il successo delle operazioni di bonifica è strettamente legato alle condizioni nivologiche e, in particolar modo, alla stratigrafia del manto nevoso. Inoltre sembra che l'altezza ottimale alla quale mantenere la DaisyBell durante l'esplosione non sia fissa ma vari anch'essa in funzione della struttura del manto nevoso.

Le condizioni più favorevoli al distacco sono correlate alla presenza di lastroni soffici o duri di neve asciutta, poggianti su uno strato a debole coesione con caratteristiche tali da garantire la propagazione del collasso di quest'ultimo e la conseguente frattura del lastrone; in molti casi infatti, nonostante la presenza del lastrone ed il generarsi di fessurazioni, anche evidenti, il distacco non si verifica a causa dell'inadeguatezza delle caratteristiche meccaniche dello strato su cui poggia il lastrone.

Nel caso di lastroni, l'altezza ottimale dell'esplosione, sembrerebbe correlata sia alle caratteristiche meccaniche del lastrone stesso, che a quelle dello strato a debole coesione sottostante.

Per quanto sperimentato fin ora sembra infatti che, in presenza di lastroni soffici, sia più efficace mantenere la DaisyBell ad una altezza maggiore rispetto a quella da utilizzare in presenza di lastroni duri. Questo potrebbe essere imputabile alla minor resistenza flessionale del lastrone soffice che consentirebbe di innescare il collasso dello strato a debole coesione già con una sollecitazione relativamente bassa. Risulterebbe quindi più efficace sfruttare l'energia generata dall'esplosio-

ne per sollecitare il lastrone con una sovrappressione minore (sufficiente comunque ad innescare il collasso dello strato debole) ma distribuita su una superficie maggiore, aumentando così la probabilità di propagazione del collasso dello strato a debole coesione. Al contrario, in presenza di lastroni duri, soprattutto se molto rigidi, sembra più efficace mantenere la DaisyBell ad una altezza minore rispetto a quella consigliata. In questo caso, a causa dell'elevata resistenza flessionale del lastrone, sarebbe necessaria una sollecitazione maggiore per innescare il collasso dello strato a debole coesione. Risulterebbe quindi più efficace una sovrappressione maggiore, anche se concentrata su una superficie minore, in grado però di flettere sufficientemente il lastrone ed innescare il meccanismo di collasso dello strato a debole coesione.

Un'altra condizione favorevole è data dalla presenza di manto nevoso asciutto, costituito da cristalli di tipo 1 coesi per feltratura. In questo caso, è risultato più efficace mantenere la DaisyBell ad una altezza anche molto maggiore rispetto a quella consigliata. La coesione per feltratura è caratterizzata da legami molto fragili tra i dendriti dei cristalli che quindi si riescono a frantumare anche con poca energia; probabilmente risulta quindi vantaggioso applicare una pressione minore distribuita però su un'area sufficientemente ampia da innescare la valanghe a debole coesione di neve asciutta.

Risultati discreti si sono ottenuti anche in presenza di strati di neve fresca non ancora collegati al manto preesistente e costituiti da cristalli di tipo 1 e 2 con strati superficiali umidi o bagnati. In questo caso è risultato efficace mantenere la DaisyBell molto vicina al manto nevoso in modo da provocare un collasso puntuale del manto stesso e sfruttare poi il naturale meccanismo di genesi delle valanghe a debole coesione di neve umida.

Come prevedibile invece, nessun risultato positivo è stato ottenuto utilizzando la DaisyBell in condizioni di manto nevoso umido e molto plastico. Questo probabilmente perché l'energia trasmessa al manto nevoso dall'onda d'urto viene assorbita dalla plasticizzazione degli strati superficiali del manto stesso.

Quanto espresso sopra è il frutto dell'esperienza di alcuni mesi di utilizzo del sistema DaisyBell per la bonifica di versanti ai fini istituzionale della Protezione Civile della Provincia autonoma di Trento. I concetti esposti non sono altro che ipotesi fatte per tentare di dare delle interpretazioni tecniche a quanto osservato durante l'attività pratica di bonifica e in alcun modo hanno la pretesa di dare una spiegazione definitiva a quanto osservato, ciononostante vogliono essere uno spunto e uno stimolo per approfondire questa problematica con idonee metodologie scientifiche e con il contributo di tutti gli utilizzatori di DaisyBell.

Ing Nicola Paoli

Provincia Autonoma di Trento
Dipartimento Protezione Civile e Tutela del Territorio
Ufficio Previsioni e Organizzazione

