

(Tabella 2). In tutti i cantieri è stato utilizzato prevalentemente il metodo di esbosco ad albero intero e, in caso di carichi troppo elevati, un metodo intermedio basato sull'esbosco di alberi parzialmente allestiti.

Raccolta dei dati

Le tensioni delle funi portanti sono state monitorate mediante l'impiego di una trave dinamometrica (tensiometro) installata sulle funi in prossimità dell'ancoraggio (Foto 1). La posizione e i movimenti dei carrelli (e dei carichi) sono stati registrati mediante uno strumento sviluppato *ad hoc*, munito di GPS, accelerometro e giroscopio (LEZIER *et al.* 2019), installato sui carrelli stessi. Le operazioni di esbosco sono state registrate mediante una videocamera installata anch'essa direttamente sui carrelli (Foto 2).

Lunghezza e diametro a metà lunghezza di ogni fusto/toppo esboscato sono stati misurati all'imposto mediante cavalletti e cordelle metriche. Ogni fusto/toppo esboscato, inoltre, è stato caratterizzato in termini di specie e densità di chioma (quattro classi). Il volume di ogni carico è stato quindi calcolato a partire dalle misure raccolte all'imposto, assumendo i topi come cilindri puri. Sfruttando i valori tabellari di densità media del legno allo stato fresco della specie trasportata e la classe di densità di chioma - con i relativi valori di incremento di peso per unità di volume derivati da bibliografia (SPINELLI *et al.* 2006) e da indica-



Foto 1 - Trave dinamometrica per il monitoraggio delle tensioni installata su una fune portante in prossimità dell'ancoraggio.

Linea di esbosco	Cantiere forestale	Configurazione impianto ⁽¹⁾	Direzione di esbosco	Lunghezza planimetrica	Dislivello	Numero di campate
-	-	-	-	m	m	-
S01	A	02	monte	138	62	1
S02	B	03	monte	166	14	1
S03	C	08	valle	349	187	1
S04	D	09	valle	213	56	1
S05	D	11	valle	175	46	1
S06	E	11	monte	172	39	1
M01	F	01	monte	490	213	4
M02	G	04	valle	222	63	2
M03	H	05	monte	600	195	3
M04	I	06	monte	588	200	3
M05	L	07	monte	426	105	4
M06	M	10	monte	438	120	2

⁽¹⁾Vedere descrizioni della Configurazione dell'impianto riportate in Tabella 2.

Tabella 1 - Configurazione e geometria delle linee di esbosco analizzate.

Caratteristiche dell'impianto	Unità	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Gru a cavo												
Tipo ⁽¹⁾		B	B	B	B	B	B	T	T	T	T	T
Allestimento ⁽²⁾	-	TR	TR	R ⁽³⁾	R	R	R	R	R	R	SC	A
Potenza motore	kW	81 ^(*)	81 ^(*)	69	104	118	212	104	149	134	177	104
Altezza ritto	m	10,0	10,0	9,0	12,5	9,0	11,0	12,5	9,8	12,5	12,5	13,0
Massa	t	3,2	3,6	6,5	10,8	12,0	13,7	12,0	12,2	12,0	20,0	26,0
Carrello												
Categoria ⁽⁴⁾	-	A gr	A gr	A gr	AUT	A gr	MOT	A fun				
Massa	t	0,22	0,20	0,15	1,17	0,29	0,95	0,65	0,40	0,65	0,65	0,65
Forza sollevamento	kN	20	30	15	27,5	32	40	40	20	40	40	40
Fune portante												
Diametro nominale	mm	20	16	20	22	22	22	22	22	22	22	22
Resistenza	N mm ⁻²	1770	1960	1770	1960	1960	1960	1960	1960	2160	1960	2160
Massa	kg m ⁻¹	1,42	1,14	1,44	2,34	2,3	2,3	2,40	2,34	2,32	2,28	2,32
Carico di rottura (CR) ⁽⁴⁾	kN	234	201	234	451	485	469	425	431	435	448	435

⁽¹⁾Tipo (di gru a cavo): B = bifune - portante/traente; T = trifune - portante/traente/ritorno;

⁽²⁾Allestimento: TR = gru a cavo portata su attacco a tre punti del trattore; R = gru a cavo installata su rimorchio a ruote; SC = gru a cavo installata su telaio semovente cingolato; A = gru a cavo installata su autocarro;

⁽³⁾Categoria (di carrello): A gr = carrello automatico semplice con funzionamento a gravità; AUT = carrello autotraslante; MOT = carrello motorizzato con fune di sollevamento indipendente; A fun = carrello automatico con sistema di espulsione della traente mediante fune di ritorno.

⁽⁴⁾Carico di rottura: variabile a parità di diametro e resistenza dell'acciaio in funzione della costruzione della fune e dei processi di compattazione.

^(*)Rimorchio ad un solo asse - a differenza degli altri a due assi.

^(*)Potenza minima richiesta alla presa di forza del trattore.

Tabella 2 - Caratteristiche tecniche delle macchine e delle funi monitorate.

