



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
DIPARTIMENTO DI
SCIENZE E TECNOLOGIE AGRO-ALIMENTARI

INTERVENTO DI RECUPERO AMBIENTALE PRESSO LA CAVA DI MONTE TONDO (BORGO RIVOLA, RA)

RELAZIONE ATTIVITÀ 2023

L'attività di monitoraggio della vegetazione, nel recupero ambientale di alcune porzioni del fronte di cava abbandonate in questo undicesimo anno è incentrata sulla Analisi della Vegetazione insediata.

La composizione e l'abbondanza delle diverse specie messe a dimora nei diversi impianti non sembrano essersi sostanzialmente modificate rispetto al rilievo precedente.

RILIEVI EFFETTUATI

Vegetazione spontanea (RINATURAZIONE)

La raccolta dei campioni di biomassa è avvenuta nella prima decade del mese di Luglio. Sono state raccolti campioni dal Gradone Basso trapiantato, dal gradone Alto non lavorato e dalla zona rocciosa di Cresta.

Biomassa

Sito	N	Media	Dev.St.	E.S.M.	ICL	ICU	25°P	Mediana	75°P
Alto	10	29,80	16,61	5,25	17,92	41,68	16,00	25,50	42,00
Basso (T)	10	41,50	19,88	6,29	27,28	55,72	27,00	37,50	51,00
Cresta	10	27,30	19,00	6,01	13,71	40,89	12,00	22,00	36,00
Totale	30	32,87	18,97	3,46	25,78	39,95	18,00	30,00	42,00

Tab. 1 Peso della sostanza secca della biomassa erbacea raccolta in tre siti del fronte di cava (giugno 23)

L'elaborazione dei dati con una analisi parametrica della varianza non evidenzia una differenziazione significativa tra le medie del sito rinaturalizzato Basso(T) (Concimato) rispetto ai siti rinaturati (Alto e Cresta). L'apporto di substrato fine in questa annata siccitosa non sembra avere avuto un effetto sulla produttività (Alto vs Cresta) mentre l'effetto della concimazione appare evidente anche se non significativo.

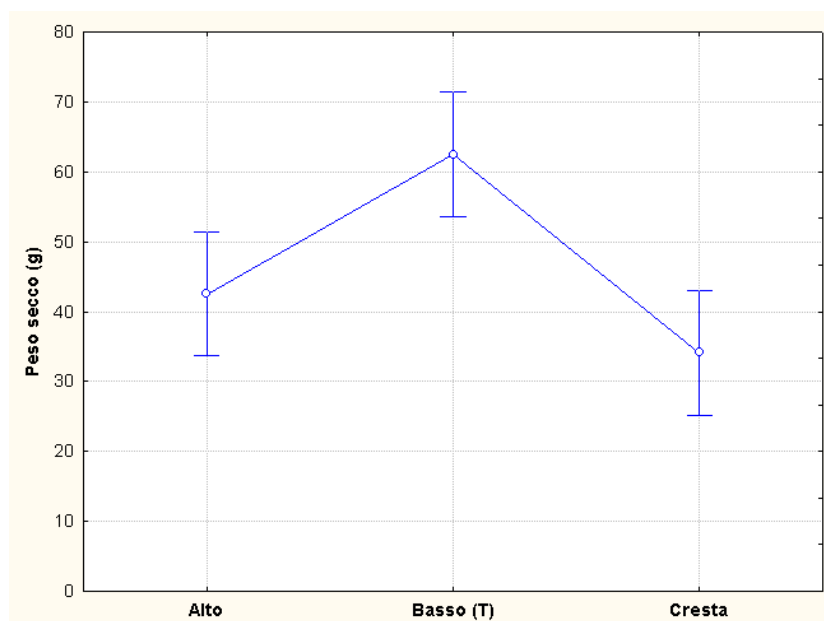


Fig. 1 Andamento dei valori medi della Biomassa secca nei tre siti a confronto (giugno 2023)

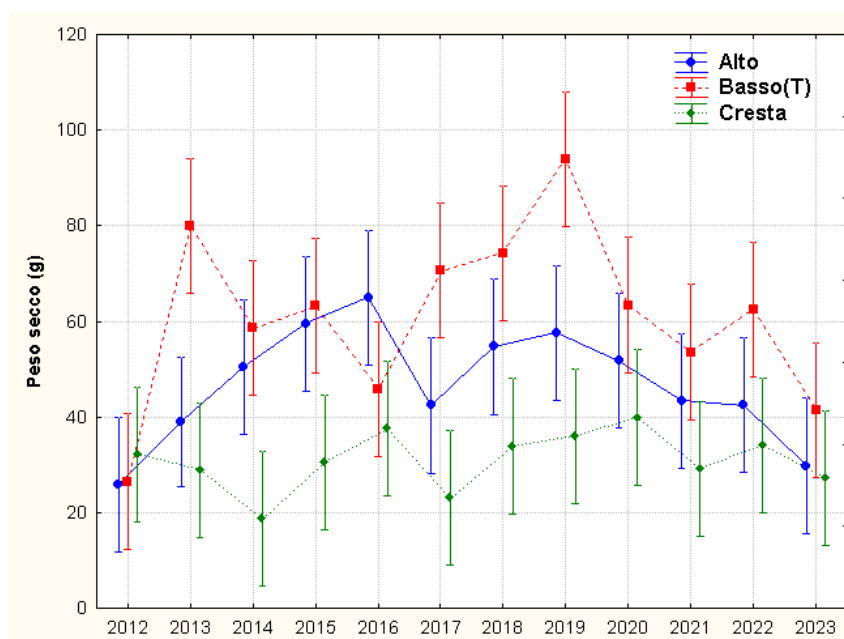


Fig. 2 Andamento della Sostanza secca nei tre gradoni negli anni ($P(F < 0.000)$)

Negli anni la diversa produttività biologica è sostanzialmente confermata: il gradone Basso, con riporto e concimazione localizzata, risulta essere mediamente più produttivo del gradone con solo riporto (Alto) e del gradone senza riporto (Cresta) (Fig. 2). Le quantità assolute e le differenze tra i trattamenti sono nel 2023 meno evidenti: negli ultimi anni si nota, infatti, un trend negativo nella produttività biologica in tutti e tre gli ambiti campionati

VEGETAZIONE INSEDIATA (RINATURALIZZAZIONE)

Campionamento

Nel luglio 2023 si è provveduto all'identificazione e alla misura di tutte le piantine insediate sul gradone lavorato più alto del fronte, gradone già utilizzato anche gli anni scorsi per i rilievi. Si è perciò provveduto alla ricerca, identificazione, segnalazione e misura delle piantine messe a dimora, sia di quelle di recente trapianto (2014) (Tesi 3) sia di quelle relative ai trapianti 2013 (Tesi 2) e del 2011 (Tesi 1). Dopo essere stati raccolti, i dati sono stati digitalizzati e successivamente analizzati statisticamente al fine di caratterizzare il comportamento delle diverse specie prescelte.

Risultati

Trapianti del 2011 (Tesi 1)

Frequenza Piante Rilevate

Specie	Rilievo 23
<i>Quercus ilex</i>	5
<i>Quercus pubescens</i>	3
<i>Fraxinus ornus</i>	22
<i>Pistacia terebinthus</i>	19
<i>Rhamnus alaternus</i>	18
<i>Rosa canina</i>	16
<i>Juniperus communis</i>	17
Totale	100

Tab. 2 Tesi 1: Numerosità delle piante rilevata nel giugno 2023

L'analisi (Tab. 2-4) ha confermato la sostanziale stabilizzazione dell'impianto con piccole variazioni molto spesso legate alle difficoltà del rilievo. Non sono evidenti piante con sintomi di particolare sofferenza.

	nov/11	giu-12	giu-13	apr-14	apr-15	apr-16	giu-17	mag-18	giu-19	giu-20	giu-21	giu-22	giu-23
<i>Quercus ilex</i>	75	19	6	11	6	6	7	5	8	7	6	6	5
<i>Quercus pubescens</i>	25	11	0	0	1	0	0	1	1	0	0		3
<i>Fraxinus ornus</i>	25	19	10	15	14	16	16	17	13	18	16	18	22
<i>Pistacia tereb.</i>	50	32	9	7	12	11	13	17	18	14	16	21	19
<i>Rhamnus alat.</i>	100	26	19	21	12	13	15	16	16	14	17	15	18
<i>Rosa canina</i>	50	25	8	10	9	16	13	16	10	11	17	15	16
<i>Juniperus com.</i>	50	22	3	3	4	3	6	6	8	7	8	14	17
Totale	375	154	55	67	58	65	70	78	74	71	80	89	100

Tab. 3 Tesi 1: Evoluzione della numerosità piante sane nei diversi rilievi primaverili

La Sopravvivenza complessiva del trapianto si attesta attorno al 24%: da sottolineare un aumento nei rilievi del frassino e del ginepro e solo limitate variazioni tra le altre specie (Fig. 3)

	11/11	06/12	06/13	04/14	04/15	04/16	06/17	05/18	06/19	05/20	06/21	06/22	06/23
<i>Quercus ilex</i>	100	25,33	8	14,66	8	12	10,67	6,67	10,67	9,33	8	8	7
<i>Quercus pubescens</i>	100	44	0	0	4	0	0	4	4	0	0	0	12
<i>Fraxinus</i>	100	76	40	60	52	64	64	68	52	72	64	72	88
<i>Pistacia</i>	100	64	18	14	24	22	16	34	36	28	32	42	38
<i>Rhamnus</i>	100	26	19	21	12	13	15	16	16	14	17	15	18
<i>Rosa canina</i>	100	50	16	20	18	32	26	32	20	22	34	30	32
<i>Juniperus</i>	100	44	6	6	8	6	12	12	16	14	16	28	34
Totale	100	41,01	14,67	17,87	15,73	17,33	18,93	20,8	19,73	18,9	21,33	23,73	26,67

Tab. 4 Tesi 1: Sopravvivenza totale (%) delle diverse specie negli anni

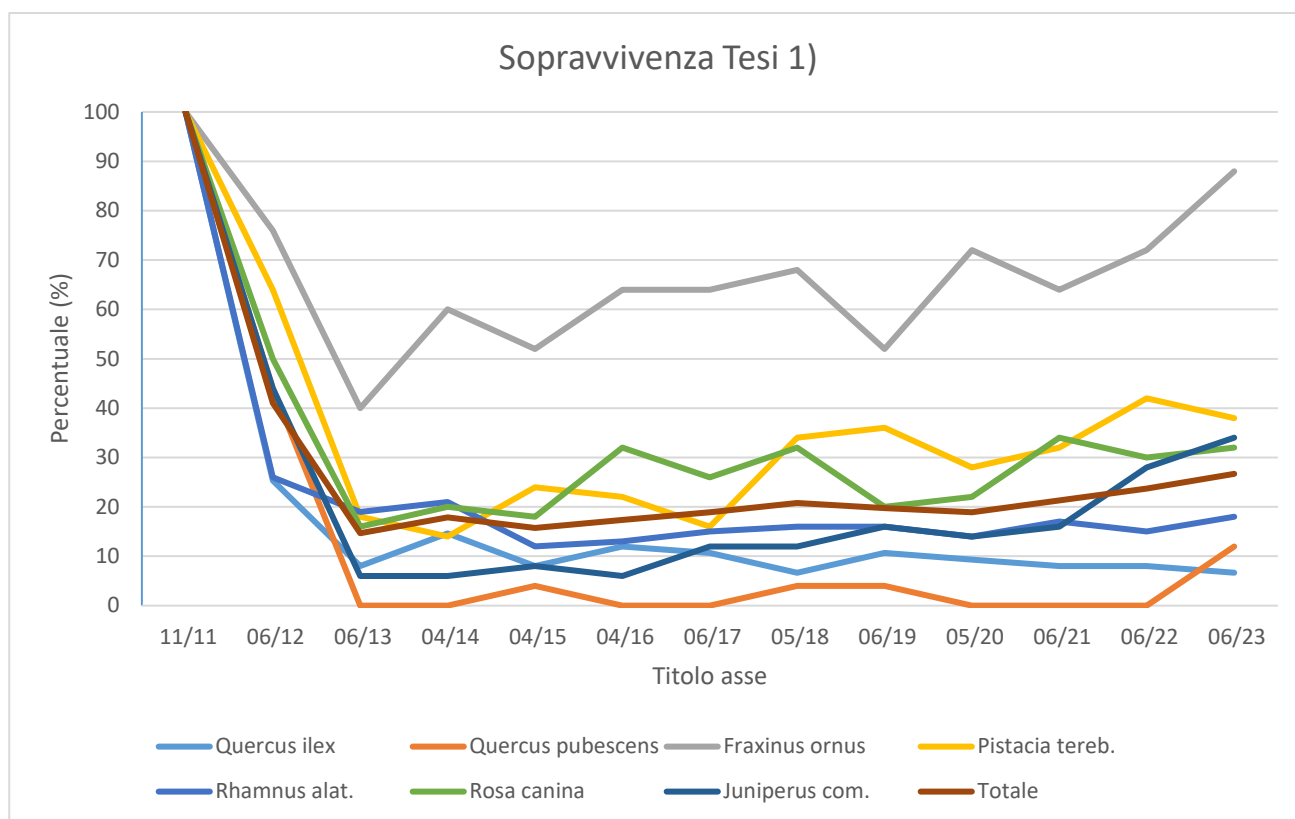


Fig. 3 Andamento della Sopravvivenza delle diverse specie del Trapianto 2011 (Tesi 1)

La Composizione specifica relativa delle piante vive si presenta decisamente modificata rispetto all'impianto. Rispetto alla annata precedente si osserva una diminuzione nel leccio, nel pistacchio ed un aumento relativo nella presenza di ramno e ginepro (Tab. 5).

	11/11	6/12	06/13	04/14	04/15	04/16	06/17	05/18	06/19	05/20	06/21	06/22	06/23
<i>Quercus ilex</i>	20,00	12,34	10,91	16,42	10,34	9,23	10,00	6,41	10,81	9,86	7,50	6,74	5,00
<i>Quercus pubescens</i>	6,67	7,14	0,00	0,00	1,72	0,00	0,00	1,28	1,35	0,00	0,00	0,00	3,00
<i>Fraxinus ornus</i>	6,67	12,34	18,18	22,39	24,14	24,62	22,86	21,79	17,57	25,35	20,00	20,22	22,00
<i>Pistacia tereb.</i>	13,33	20,78	16,36	10,45	20,69	16,92	18,57	21,79	24,32	19,72	20,00	23,60	19,00
<i>Rhamnus alat.</i>	26,67	16,88	34,55	31,34	20,69	20,00	21,43	20,51	21,62	19,72	21,25	16,85	18,00
<i>Rosa canina</i>	13,33	16,23	14,55	14,93	15,52	24,62	18,57	20,51	13,51	15,49	21,25	16,85	16,00
<i>Juniperus com.</i>	13,33	14,29	5,45	4,48	6,90	4,62	8,57	7,69	10,81	9,86	10,00	15,73	17,00
Totale	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tab. 5 Tesi 1: Composizione specifica nelle diverse date

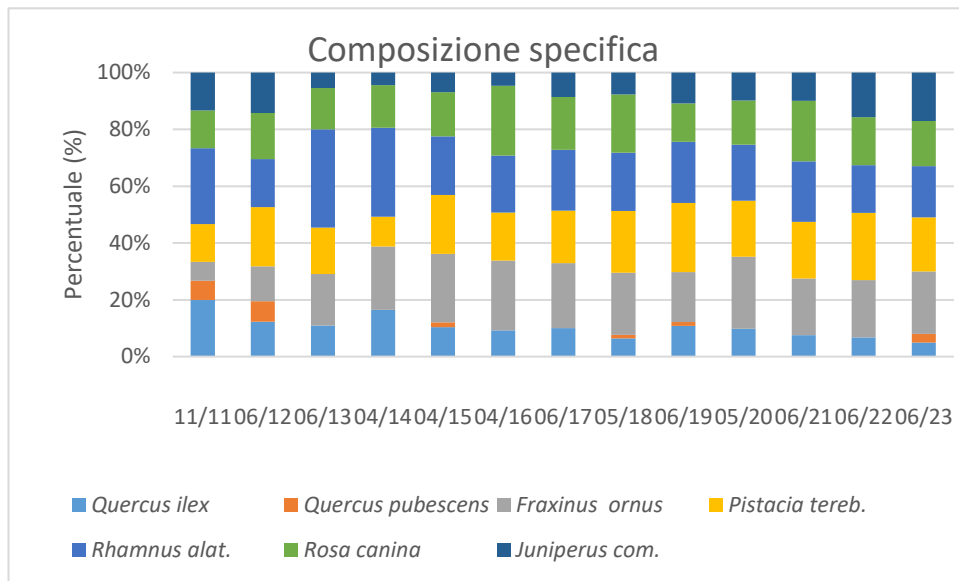


Fig. 4 Composizione specifica del Trapianto 2011 (Tesi 1)

Complessivamente dominano stabilmente il *Fraxinus* assieme al *Pistacia* ed al *Rhamnus*(Fig. 4).

Biometria Piante Rilevate

Lo sviluppo delle piante in altezza evidenzia una crescita differenziata tra le specie (Tab.6). In particolare, si è osservata una buona crescita per *Fraxinus*, *Rosa*, *Q. ilex* e *Juniperus* (Fig. 5) e all'opposto un calo del *Pistacia*.

	mag-20					giu-21				
	N	M	DS	ESM	CV	N	M	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	7	29	16,8	6,4	58,1	6	26	7,2	2,9	27,7
<i>Quercus pubescens</i>	0					0				
<i>Fraxinus ornus</i>	18	89,2	47,3	11,1	53	16	87,1	50,7	12,7	58,2
<i>Pistacia tereb.</i>	14	25,6	12,3	3,3	48	16	47,4	50,5	12,6	106,6
<i>Rhamnus alat.</i>	14	30,3	23,7	6,3	78,3	17	41,8	31,7	7,7	75,9
<i>Rosa canina</i>	11	69,4	33,4	10,1	48,1	17	54,4	23,4	5,7	43,1
<i>Juniperus com.</i>	7	59	16,4	6,2	27,8	8	54,5	23,6	8,3	43,3
Totale	71	53	39,7	4,7	74,8	80	55,3	39,8	4,5	72

cont.

	giu-22					giu-23				
	N	M	DS	ESM	CV	N	M	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	6	41,17	9,47	3,87	23,02	5	57,40	32,47	4,29	56,57
<i>Quercus pubescens</i>						3	22,00	11,27	2,40	51,22
<i>Fraxinus ornus</i>	18	100,28	60,67	14,30	60,50	22	109,55	73,64	7,04	67,22
<i>Pistacia tereb.</i>	21	37,00	34,04	7,43	92,00	19	33,47	14,69	2,54	43,90
<i>Rhamnus alat.</i>	15	41,13	40,73	10,52	99,03	18	40,78	35,26	5,52	86,48
<i>Rosa canina</i>	15	76,47	37,54	9,69	49,09	16	74,06	31,36	3,64	42,34
<i>Juniperus com.</i>	14	59,43	26,23	7,01	44,15	17	69,65	30,95	3,71	44,44
Totale	89	60,96	46,45	4,92	76,20	100	65,02	50,66	6,28	77,91

Tab. 6 Tesi 1: Andamento delle altezze rilevate sul totale delle piante

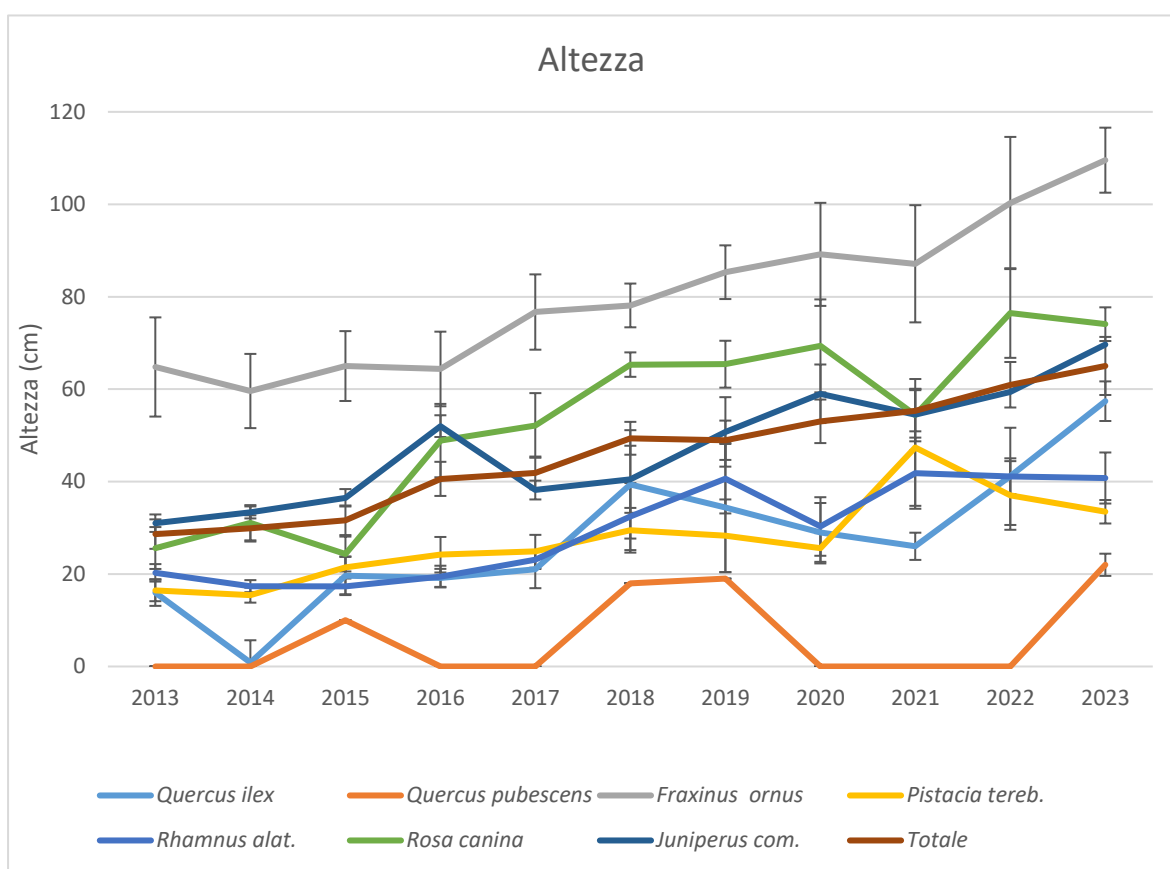


Fig. 5 Tesi 1: Andamento dell'Altezza negli anni per il Trapianto 2011

Trapianti dell'Aprile 2013 (Tesi 2)

Frequenza piante rilevate

	giu-23	giu-22	giu-21	mag-20	giu-19	mag-18	giu-17	apr-16	apr-15	apr-14	2013	% Sopr.
<i>Quercus ilex</i>	31	32	35	30	30	29	35	32	37	30	60	51,67
<i>Quercus pubescens</i>	2	3	4	3	4	4	4	5	4	6	10	20,00
<i>Rhamnus alaternus.</i>	67	66	61	60	68	65	66	67	64	65	80	83,75
<i>Rosa canina</i>	28	31	31	34	31	30	30	34	33	35	50	56,00
Totale	128	132	131	127	133	128	135	138	138	136	200	64,00

Tab. 7 Tesi 2: Evoluzione della numerosità delle piante nei diversi rilievi primaverili

Il rilievo ha anche interessato piante messe a dimora nell'Aprile 2013 (Tipo 2).

A dieci anni dall'impianto primaverile è evidente un comportamento differenziato tra le specie: il *Rhamnus alaternus* evidenzia una sopravvivenza oltre l'80%, seguito dalla *Rosa* con circa il 60%. (Tab. 7). I *Quercus ilex* si attestano attorno al 50% evidenziando una maggiore difficoltà, mentre grandi difficoltà di insediamento le presenta la roverella che raggiunge una sopravvivenza del 30%.

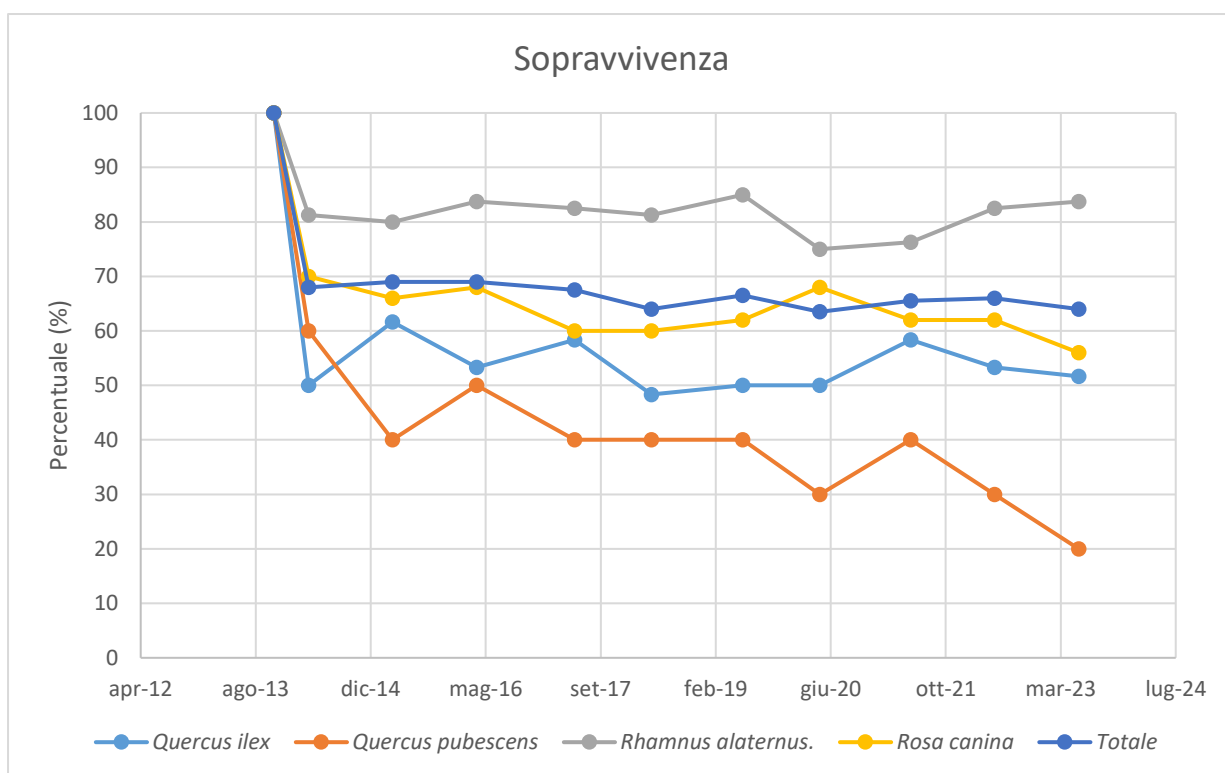


Fig. 6 Tesi 2): Sopravvivenza negli anni per il trapianto 2013

Biometria delle piante rilevate

Per tutte le specie si evidenziano altezze medie superiori rispetto a quelle registrate l'anno precedente (Tab. 8; Fig. 5), ed in particolare per il *Q.ilex* ed il *Rhamnus*.

Specie	giu-21						giu-22						giu-23					
	N	M	DS	ESM	CV	%	N	M	DS	ESM	CV	%	N	M	DS	ESM	CV	%
<i>Quercus ilex</i>	35	68,26	43,92	7,42	64,34	58,33	32	75,81	54,07	9,56	71,32	53,33	31	82,97	65,57	11,78	79,04	51,67
<i>Quercus pubescens</i>	4	27,75	10,21	5,11	36,79	30	3	30,33	9,45	5,46	31,16	30	2	42,00	18,38	13,00	43,77	20,00
<i>Rhamnus alat.</i>	61	102,39	45,84	5,87	44,77	75	66	109,24	51,59	6,35	47,22	82,5	67	126,33	52,16	6,37	41,29	83,75
<i>Rosa canina</i>	31	80,94	35,56	6,39	43,93	68	31	84,19	35,63	6,4	42,32	62	28	101,68	50,19	9,48	49,36	56,00
Totale	131	85,92	45,71	3,99	53,2	63,5	132	93,46	51,16	4,45	54,74	66	128	109,12	58,09	5,13	53,24	64,00

Tab. 8 Tesi 2: Numerosità e sviluppo in altezza delle piante sane messe a dimora nell'aprile 2013

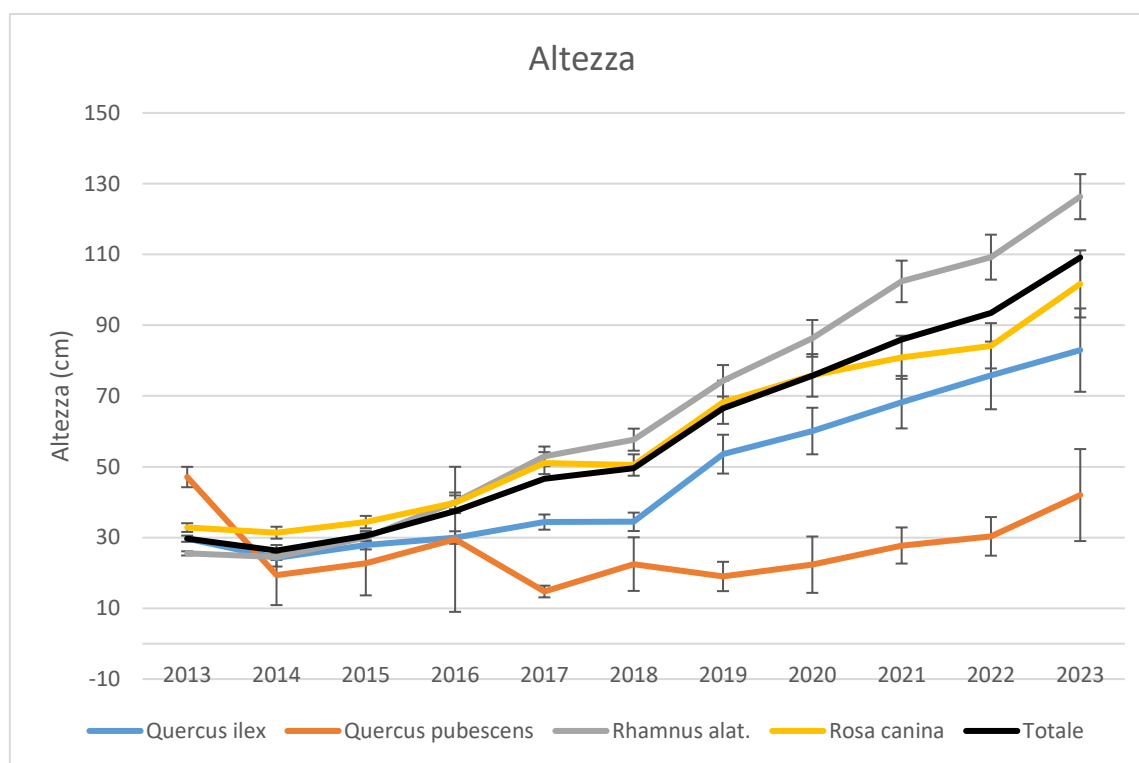


Fig. 7 Tesi 2) Andamento dell'Altezza negli anni per il trapianto 2013

Complessivamente questo intervento, sia per l'epoca primaverile che per il ricorso a piantine di più anni e di maggiori dimensioni, evidenzia una risposta positiva per tutte le diverse specie impiegate anche se per il *Quercus ilex* i risultati raggiunti nella Sopravvivenza sono meno esaltanti (circa il 50%) ma comunque superiori rispetto alla Tesi 1). Grosse difficoltà sono mostrate invece dalla roverella (*Q. pubescens*).

Dal rilievo è stato possibile differenziare le piante della Tesi 2) in funzione del tipo di buca utilizzato nell'impianto, separando gli individui messi a dimora nelle buche già predisposte nel novembre 2011 (Tipo P, con concimazione) da quelli posizionati in nuove buche predisposte ad hoc nell'aprile 2013 (Tipo N, senza concimazione) (Tab.9).

	Maggio-2020					
	Trt	N	Media	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	<i>N</i>	23	59,57	34,56	7,21	58,02
	<i>P</i>	7	61,86	43,60	16,48	70,48
<i>Quercus pubescens</i>	<i>N</i>	1	12,00		0,00	0,00
	<i>P</i>	2	27,50	14,85	10,50	54,00
<i>Rhamnus alat.</i>	<i>N</i>	47	90,00	41,57	6,06	46,19
	<i>P</i>	13	72,85	33,06	9,17	45,38
<i>Rosa canina</i>	<i>N</i>	29	75,83	36,33	6,75	47,91
	<i>P</i>	5	75,80	30,62	13,69	40,40
Totale		127	75,79	39,54	3,51	52,17

	Giugno-2021					
	Trt	N	Media	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	<i>N</i>	26	66,31	44,44	8,72	67,02
	<i>P</i>	9	73,89	44,47	14,82	60,18
<i>Quercus pubescens</i>	<i>N</i>	1	27,00		0,00	0,00
	<i>P</i>	3	28,00	12,49	7,21	44,61
<i>Rhamnus alat.</i>	<i>N</i>	53	104,60	46,32	6,36	44,28
	<i>P</i>	8	87,75	42,30	14,96	48,21
<i>Rosa canina</i>	<i>N</i>	24	76,50	36,32	7,41	47,48
	<i>P</i>	7	96,14	30,26	11,44	31,47
Totale		131	85,92	45,71	3,99	53,20

	Giugno-22					
	Trt	N	Media	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	<i>N</i>	24	74,08	53,88	11,00	72,73
	<i>P</i>	8	81,00	58,01	20,51	71,62
<i>Quercus pubescens</i>	<i>N</i>	1	27,00	0,00	0,00	0,00
	<i>P</i>	2	32,00	12,73	9,00	39,77

<i>Rhamnus alat.</i>	N	57	114,49	50,99	6,75	44,54
	P	9	76,00	44,56	14,85	58,63
<i>Rosa canina</i>	N	26	78,85	34,22	6,71	43,40
	P	5	112,00	32,39	14,48	28,92
Totale		132	93,46	51,16	4,45	54,74

	giu-23					
	Trt	N	Media	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	N	26	81,73	65,53	12,85	80,18
	P	5	89,40	73,13	32,70	81,80
<i>Quercus pubescens</i>	N	2	42,00	18,38	13,00	43,77
	P	0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rhamnus alat.</i>	N	60	128,10	51,89	6,70	40,51
	P	7	111,14	56,15	21,22	50,52
<i>Rosa canina</i>	N	25	97,80	48,97	9,79	50,07
	P	3	134,00	58,97	34,04	44,00
Totale		128	109,12	58,09	5,13	53,24

Tab. 9 Tesi 2: Numerosità e sviluppo in altezza delle piante sane messe a dimora nell'aprile 2013 in funzione della tipologia di impianto (N = Nuova buca, P = Buca preesistente)

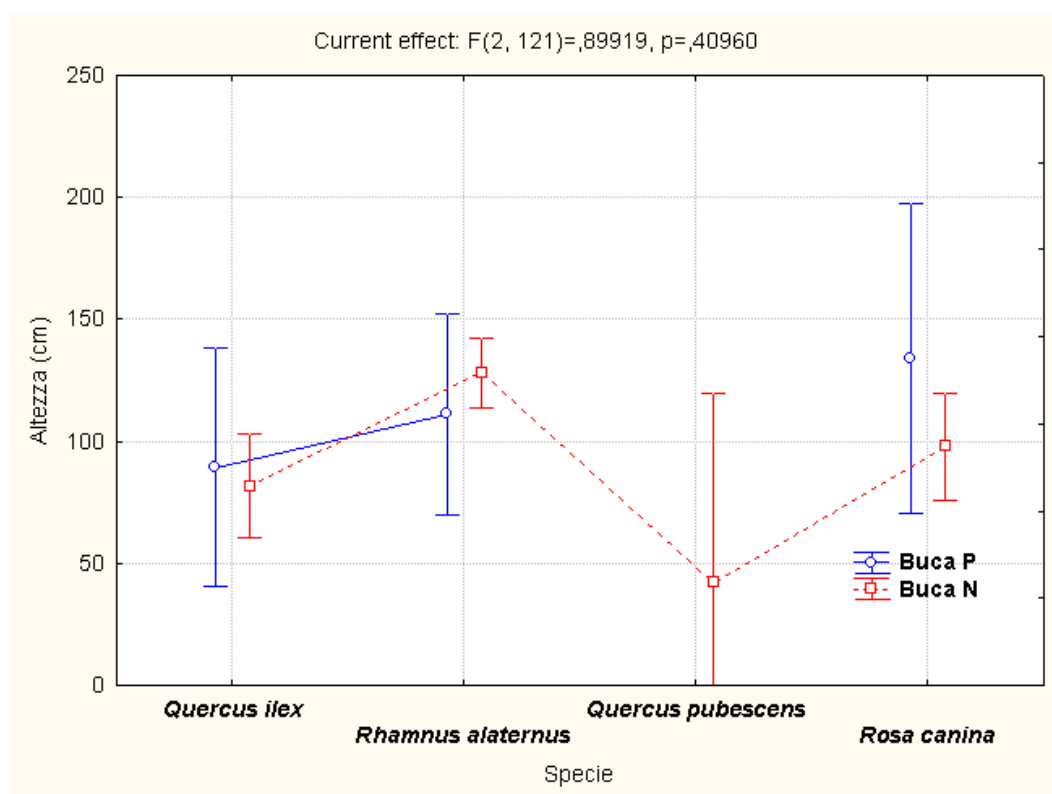


Fig. 7 Confronto delle Altezze 2022 tra Nuove buche e buche Preesistenti nella Tesi 2-Trapianto 2013.

Rispetto all'annata precedente non sono evidenti grandi variazioni nel Numero.

Per quanto riguarda lo sviluppo, nel 2023 si osserva un incremento nelle altezze in tutte le specie: fatta eccezione per la roverella entro Buche preesistenti P. Complessivamente la concimazione (buca P) sembra favorire la *Rosa* ed il *Q.ilex* ma limitare il *Rhamnus*.

Tutte le differenze riscontrate sono sempre statisticamente non significative e variabili rispetto alle diverse annate (Fig. 7).

Trapianti dell'autunno 2014 (Tesi 3)

Frequenza piante rilevate

	giu-23	giu-22	giu-21	mag-20	mag-19	mag-18	apr-17	apr-16	apr-15	Imp. 2014	% Soprav.
<i>Fraxinus ornus</i>	29	30	30	28	32	28	30	29	35	36	83,33
<i>Pistacia terebinthus</i>	42	40	44	45	39	43	48	46	54	57	70,18
Totale	71	70	74	73	71	71	78	75	89	93	75,27

Tab. 10 Tesi 3: Frequenza piante messe a dimora nell'autunno 2014 nel giugno 2023

Il rilievo ha anche interessato le piante messe a dimora nell'Autunno 2014. L'anno trascorso non ha causato particolari fallanze nel *Fraxinus ornus*, viceversa per il *Pistacia terebinthus* si è osservato un leggero aumento attestandosi attorno al 70%. (Tab.10, Fig.8).

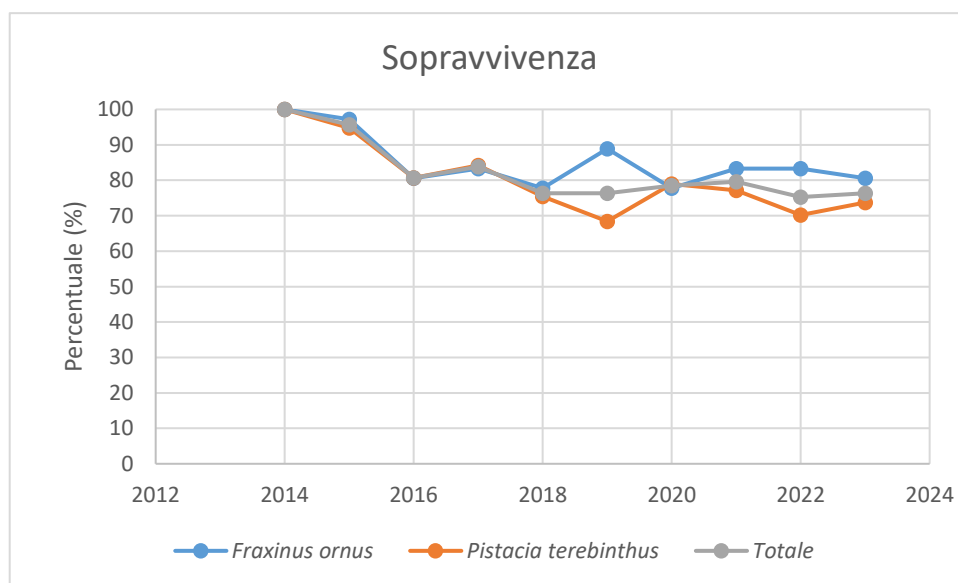


Fig. 8 Tesi 3): Andamento della Sopravvivenza del trapianto 2014

Biometria delle piante rilevate

Il rilievo delle altezze ha evidenziato un aumento limitato nello sviluppo delle due specie messe a dimora, confermando il trend delle annate precedenti (Tab. 11).

Maggio 2020					
Specie	N	M	DS	ESM	CV
<i>Fraxinus ornus</i>	28	60,96	16,87	3,19	27,67
<i>Pistacia terebinthus</i>	45	35,56	10,38	1,55	29,19
Totale	73	45,30	18,09	2,12	39,94

Giugno 2021					
Specie	N	M	DS	ESM	CV
<i>Fraxinus ornus</i>	30	56,93	18,89	3,45	33,18
<i>Pistacia terebinthus</i>	44	36,43	12,45	1,88	34,18
Totale	47	44,74	18,32	2,67	40,95

Giugno-2022					
Specie	N	M	DS	ESM	CV
<i>Fraxinus ornus</i>	30	60,23	20,86	3,81	34,62
<i>Pistacia terebinthus</i>	40	38,18	12,21	1,93	31,99
Totale	70	47,63	19,70	2,35	41,36

Giugno-2023					
Specie	N	M	DS	ESM	CV
<i>Fraxinus ornus</i>	29	64,93	28,56	5,30	43,98
<i>Pistacia terebinthus</i>	42	40,31	11,74	1,81	29,12
Totale	71	50,37	23,57	2,80	46,79

Tab. 11 Tesi 3: Numerosità e sviluppo in altezza delle piante sane messe a dimora nell'autunno 2014

Stratificando le due specie in funzione della tipologia di buca (Nuova contro Preesistente) è emersa una mortalità complessiva negli individui di *Pistacia* nelle Buche Preesistenti P (da 21 a 7 negli anni di rilievo), come già osservato per le altre specie nella Tesi 2. Viceversa, è emersa una indifferenza delle piantine del genere *Fraxinus* alle diverse tipologie di buca.

Per quanto riguarda lo sviluppo in altezza si è osservato una sostanziale stabilità nelle misurazioni con un leggero calo solo per il *Pistacia* entro buche P. Il frassino sembra avvantaggiarsi della concimazione precedente anche se il carattere non appare statisticamente significativo (Tab.12; Fig. 9), non così per il *Pistacia*.

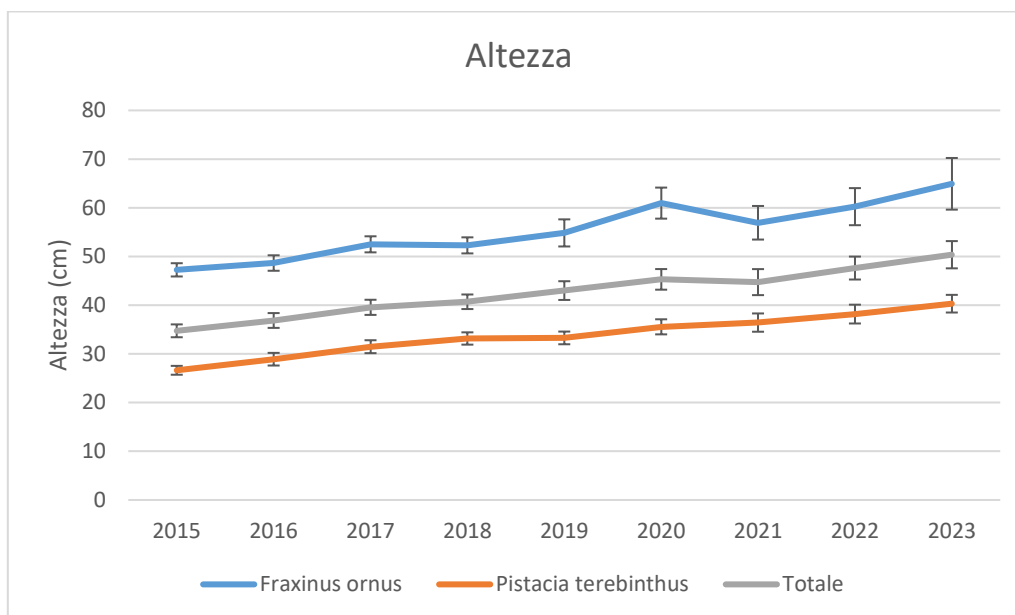


Fig. 9 Tesi 3: Andamento dell'Altezza negli anni per il trapianto 2014

Maggio-2020						
	Trt	N	M	DS	ESM	CV
Fraxinus ornus	N	23	59,04	13,42	2,80	22,73
	P	5	69,80	28,49	12,74	40,82
Pistacia terebinthus	N	34	34,44	9,31	1,60	27,04
	P	11	39,00	13,06	3,94	33,49
Totale		73	45,30	18,09	2,12	39,94

Giugno-2021						
	Trt	N	M	DS	ESM	CV
Fraxinus ornus	N	25	54,52	14,78	2,96	27,11
	P	5	69,00	32,50	14,53	47,10
Pistacia terebinthus	N	36	36,00	11,29	1,88	31,36
	P	8	38,38	17,61	6,23	45,88
Totale		74	44,74	18,32	2,13	40,95

giu-22						
Specie	Trt	N	M	DS	ESM	CV
<i>Fraxinus ornus</i>	N	24	57,21	15,02	3,07	26,26
	P	6	72,33	35,57	14,52	49,17
<i>Pistacia terebinthus</i>	N	36	38,39	12,86	2,14	33,49
	P	4	36,25	2,22	1,11	6,12
Totale		70	47,63	19,70	2,35	41,36

giu-23						
Specie	Trt	N	M	DS	ESM	CV
<i>Fraxinus ornus</i>	N	23	61,35	23,85	4,97	38,88
	P	6	78,67	42,17	17,22	53,61
<i>Pistacia terebinthus</i>	N	35	39,69	11,58	1,96	29,17
	P	7	43,43	12,97	4,90	29,87
Totale		71	50,37	23,57	2,80	46,79

Tab. 12 Tesi 3: Numerosità e sviluppo in altezza delle piante sane messe a dimora nell'autunno 2014 in funzione della tipologia di impianto (N = Nuova buca, P = Buca preesistente)

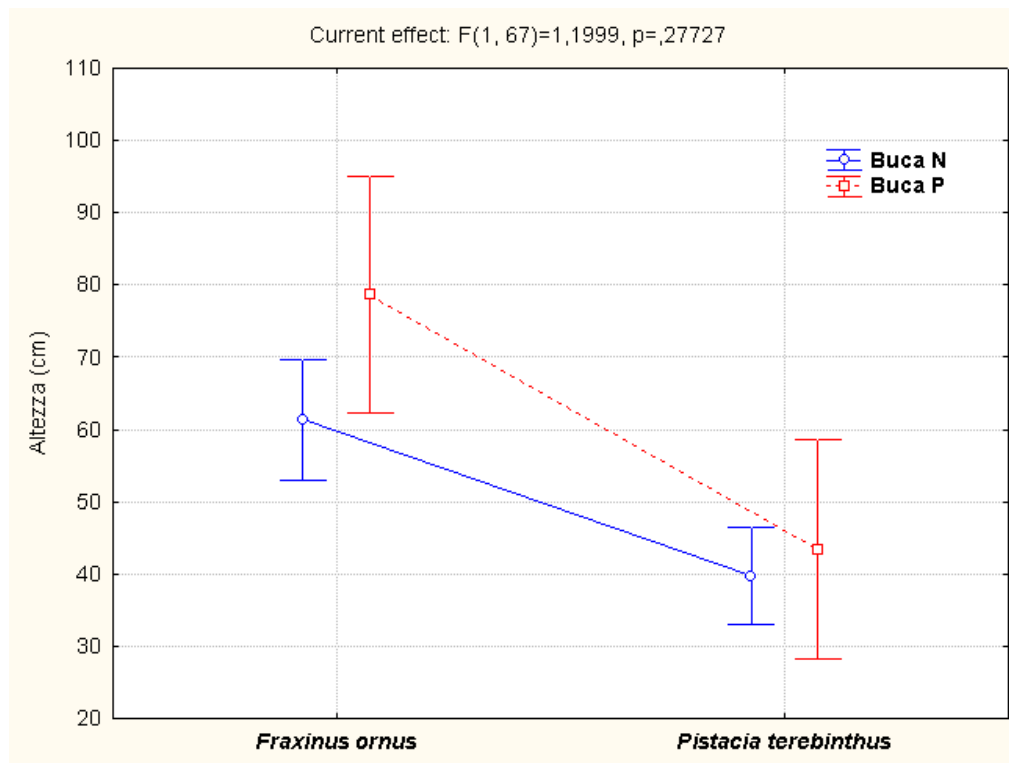


Fig. 10 Confronto tra Buche Nuove (N) e Buche Preesistenti (P) nella Tesi 3 - Trapianto 2014.

Totale Complessivo

Totale 2015	N imp	N	%Sop	M	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	135	45	33,33	25,31	7,80	1,16	30,82
<i>Quercus pubescens</i>	35	5	14,29	20,20	16,74	7,49	82,87
<i>Fraxinus ornus</i>	61	49	80,33	51,84	17,62	2,52	33,99
<i>Pistacia tereb.</i>	107	68	63,55	25,84	7,16	0,87	27,71
<i>Rhamnus alat.</i>	180	78	43,33	27,90	9,60	1,09	34,41
<i>Rosa canina</i>	100	42	42,00	32,31	11,04	1,70	34,17
<i>Juniperus com.</i>	50	4	8,00	36,50	16,52	8,26	45,26
Totale	668	291	43,56	31,66	14,50	0,85	45,80

Totale 2016	N imp	n	%Sop	M	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	135	41	30,37	27,61	9,36	1,46	33,90
<i>Quercus pubescens</i>	35	5	14,29	20,40	17,09	7,64	83,77
<i>Fraxinus ornus</i>	61	45	73,77	54,24	21,44	3,20	39,53
<i>Pistacia tereb.</i>	107	57	53,27	27,21	9,98	1,32	36,68
<i>Rhamnus alat.</i>	180	82	45,56	35,66	16,43	1,81	46,07
<i>Rosa canina</i>	100	50	50,00	42,80	23,12	3,27	54,02
<i>Juniperus com.</i>	50	3	6,00	52,00	23,52	13,58	45,23
Totale	668	283	42,37	36,91	19,38	1,15	52,51

Totale 2017	N imp	N	%Sop	M	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	135	43	31,85	31,88	13,34	2,03	41,84
<i>Quercus pubescens</i>	35	4	11,43	14,75	3,30	1,65	22,37
<i>Fraxinus ornus</i>	61	46	75,41	60,91	23,29	3,43	38,24
<i>Pistacia tereb.</i>	107	61	57,01	30,08	10,30	1,32	34,24
<i>Rhamnus alat.</i>	180	81	45,00	47,42	23,68	2,63	49,94
<i>Rosa canina</i>	100	43	43,00	51,37	19,54	2,98	38,04
<i>Juniperus com.</i>	50	6	12,00	38,17	14,91	6,09	39,06
Totale	668	284	42,51	43,47	22,11	1,31	50,86

Totale 2018	N	N	%Sop	M	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	135	36	26,67	33,78	16,52	2,75	48,90
<i>Quercus pubescens</i>	35	5	14,29	21,60	13,28	5,94	61,48
<i>Fraxinus ornus</i>	61	45	73,77	62,04	24,15	3,60	38,93
<i>Pistacia tereb.</i>	107	60	56,07	32,12	12,44	1,61	38,73
<i>Rhamnus alat.</i>	180	81	45,00	52,68	26,10	2,90	49,54
<i>Rosa canina</i>	100	46	46,00	55,65	22,54	3,32	40,50
<i>Juniperus com.</i>	50	6	12,00	40,50	10,58	4,32	26,12
Totale	668	279	41,77	47,00	24,16	1,45	51,40

Totale 2019	N	N	%Sop	M	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	135	38	28,15	49,53	32,67	5,30	65,96
<i>Quercus pubescens</i>	35	5	14,29	19,00	7,18	3,21	37,79
<i>Fraxinus ornus</i>	61	45	73,77	63,64	29,28	4,36	46,01
<i>Pistacia tereb.</i>	107	57	53,27	31,70	13,55	1,79	42,74
<i>Rhamnus alat.</i>	180	84	46,67	67,88	38,26	4,17	56,36
<i>Rosa canina</i>	100	41	41,00	67,54	32,69	5,11	48,40
<i>Juniperus com.</i>	50	8	16,00	50,75	16,05	5,67	31,63
Totale	668	278	41,62	55,85	33,78	2,03	60,48

Totale 2020	N	N	%Sop	M	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	135	37	27,41	54,22	35,32	5,81	65,14
<i>Quercus pubescens</i>	35	3	8,57	22,33	13,80	7,97	61,80
<i>Fraxinus ornus</i>	61	46	75,41	72,00	34,78	5,13	48,31
<i>Pistacia tereb.</i>	107	59	55,14	33,19	11,57	1,51	34,86
<i>Rhamnus alat.</i>	180	75	41,67	75,20	43,47	5,02	57,81
<i>Rosa canina</i>	100	45	45,00	74,24	34,44	5,13	46,39
<i>Juniperus com.</i>	50	7	14,00	59,00	16,38	6,19	27,76
Totale	668	272	40,72	61,53	37,52	2,27	60,98

Totale 2021	N	N	%Sop	M	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	135	41	30,37	62,07	43,30	6,76	69,76
<i>Quercus pubescens</i>	35	4	11,43	27,75	10,21	5,11	36,79
<i>Fraxinus ornus</i>	61	46	75,41	67,43	36,04	5,31	53,45
<i>Pistacia tereb.</i>	107	61	57,01	38,93	27,98	3,58	71,87
<i>Rhamnus alat.</i>	180	78	43,33	89,19	49,80	5,64	55,84
<i>Rosa canina</i>	100	48	48,00	72,60	33,52	4,84	46,17
<i>Juniperus com.</i>	50	14	28,00	54,50	23,59	6,30	43,28
Totale	668	292	43,71	66,23	42,63	2,49	64,37

Totale 2022	N	N	%Sop	M	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	135	38	28,15	70,34	51,24	8,31	72,85
<i>Quercus pubescens</i>	35	3	8,57	30,33	9,45	5,46	31,16
<i>Fraxinus ornus</i>	61	48	78,69	75,25	44,54	6,43	59,19
<i>Pistacia tereb.</i>	107	61	57,01	37,77	21,99	2,82	58,22
<i>Rhamnus alat.</i>	180	81	45,00	96,63	56,23	6,25	58,19
<i>Rosa canina</i>	100	46	46,00	81,67	36,03	5,31	44,12
<i>Juniperus com.</i>	50	14	28,00	59,43	26,23	7,01	44,14
Totale	668	291	43,56	72,49	48,16	2,82	66,44

Totale 2023	N	N	%Sop	M	DS	ESM	CV
<i>Quercus ilex</i>	135	36	26,67	79,42	62,34	10,39	78,50
<i>Quercus pubescens</i>	35	5	14,29	30,00	16,37	7,32	54,57
<i>Fraxinus ornus</i>	61	51	83,61	84,18	56,85	7,96	67,54
<i>Pistacia tereb.</i>	107	61	57,01	38,18	13,00	1,67	34,06
<i>Rhamnus alat.</i>	180	85	47,22	108,21	60,21	6,53	55,65
<i>Rosa canina</i>	100	44	44,00	91,64	45,88	6,92	50,07
<i>Juniperus com.</i>	50	17	34,00	69,65	30,95	7,51	44,44
Totale	668	299	44,76	80,42	55,40	3,20	68,89

Tab. 13 Sopravvivenza e sviluppo in altezza di tutte le piante messe a dimora nel tempo

Considerando complessivamente tutte le piante messe a dimora nelle diverse Tesi emerge una risposta in termini di Piante totali (Tab.n. 13), caratterizzata da diversi comportamenti:

- Specie con una ottima sopravvivenza: *Fraxinus ornus*; con buona sopravvivenza *il Pistacia terebinthus*;
- Specie con una sopravvivenza intermedia: *Rhamnus alaternus*, *Rosa canina*;
- Specie con bassa sopravvivenza: *Quercus ilex*, *Juniperus communis*;
- Specie con una sopravvivenza fallimentare: *Quercus pubescens*.

Rispetto allo sviluppo:

- Specie con un buon sviluppo: *Fraxinus ornus*, *Rhamnus alaternus* e *Rosa canina*;
- Specie con uno sviluppo limitato: *Quercus ilex*;
- Specie con uno sviluppo molto limitato: *Pistacia terebinthus* e *Quercus pubescens*.

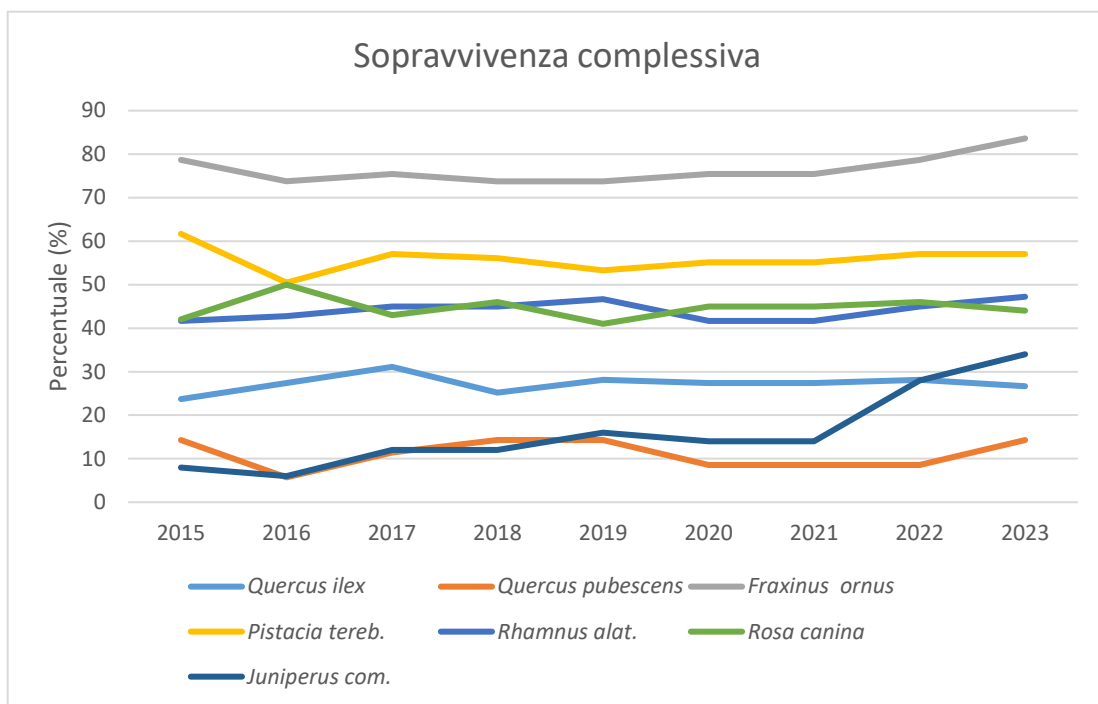


Fig. 11 Andamento della Sopravvivenza complessiva dei trapianti

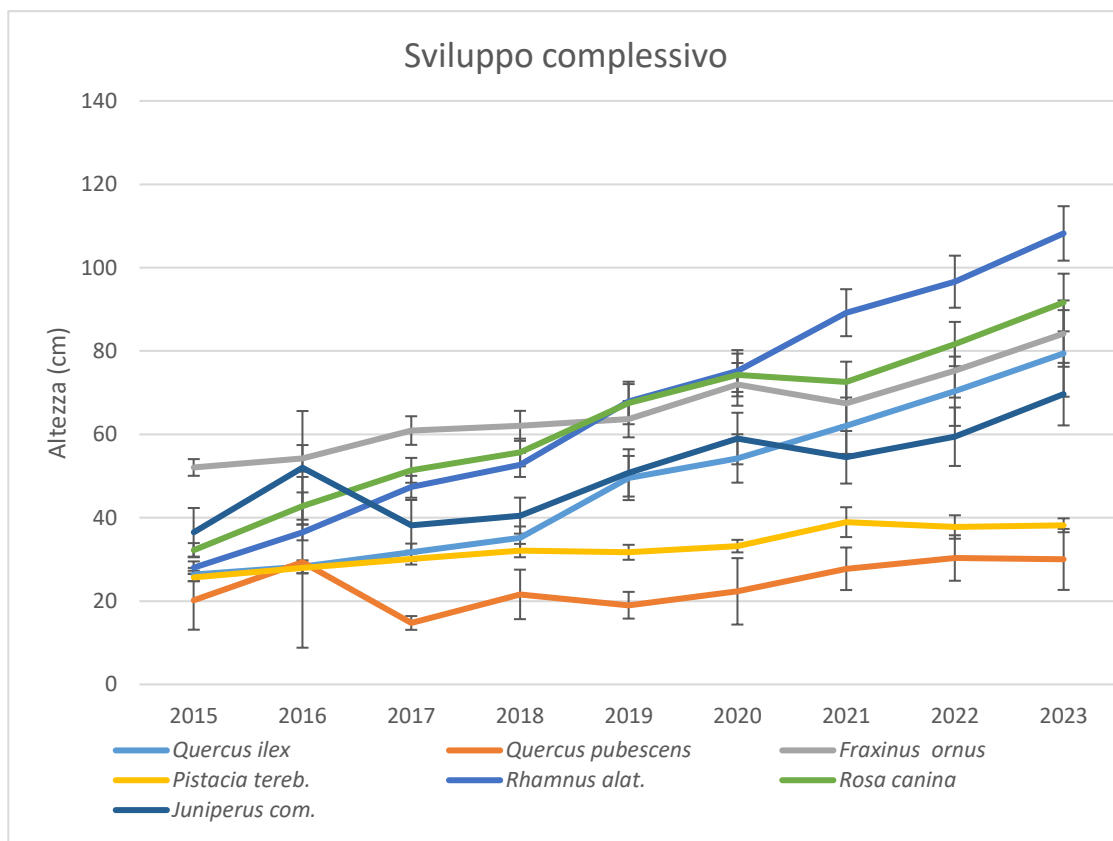


Fig. 11 Andamento complessivo dell'Altezza delle piante Sane delle specie messe a dimora

Infestazione Vitalba

Nel campionamento si è anche verificata la presenza di *Clematis vitalba* sulle piante trapiantate (Tab. 14): questa è risultata essere complessivamente pari al 30% delle piante misurate.

	N		%Inf	Media		Dev.St.		E.S.M.		CV	
	Inf	No I.		Inf	No I.	Inf	No I.	Inf	No I.	Inf	No I.
<i>Quercus ilex</i>	11	25	30,56	96,73	71,80	64,08	61,31	19,32	12,26	66,25	85,39
<i>Quercus pubescens</i>	1	4	20,00	35,00	28,75		18,63		9,31		64,79
<i>Fraxinus ornus</i>	21	30	41,18	79,62	87,37	42,45	65,60	9,26	11,98	53,32	75,09
<i>Pistacia tereb.</i>	13	48	21,31	40,15	37,65	13,90	12,85	3,85	1,86	34,61	34,14
<i>Rhamnus alat.</i>	23	62	27,06	148,87	93,13	36,15	60,56	7,54	7,69	24,28	65,03
<i>Rosa canina</i>	22	22	50,00	93,59	89,68	38,76	52,91	8,26	11,28	41,42	59,00
<i>Juniperus com.</i>	1	16	5,88	53,00	70,69		31,66		7,91		44,78
Totale	92	207	30,77	95,97	73,51	53,03	55,16	5,53	3,83	55,26	75,04

Tab. 14 Parametri statistici delle specie sia infestate che non (2023)

Queste piante erano già state analizzate nel 2020 e nel 2022 dove, dopo il rilievo, si era provveduto ad una ripulitura accurata delle singole piante dalla presenza della liana (Tab. 15).

	%Infest.		
	2020	2022	2023
<i>Quercus ilex</i>	48,65	26,32	30,56
<i>Quercus pubescens</i>	33,33	33,33	20,00
<i>Fraxinus ornus</i>	30,44	35,42	41,18
<i>Pistacia tereb.</i>	11,86	22,95	21,31
<i>Rhamnus alat.</i>	28,00	37,04	27,06
<i>Rosa canina</i>	37,78	52,17	50,00
<i>Juniperus com.</i>	0,00	14,29	5,88
Totale	28,68	33,68	30,77

Tab. 15 Confronto dell'infestazione di Vitalba a due ed un anno dalla ripulitura

Con un intervallo di due anni tra le ripuliture, si evidenzia il ritorno e la diffusione della liana (dal 28 al 33%) vanificando l'intervento di operato. Viceversa, dopo un anno si evidenzia un controllo efficace anche se limitato (dal 34 al 31%) nell'infestazione.

Disaggregando il dato in due sotto aree del gradone (Dentro = Area delimitata dalle reti anti ungulati, Fuori= Area del gradone esterna alle reti) emerge un comportamento differenziato (Tab. 16).

	Anno	2020	2022	2023
Area	Specie	% Infe	% Infe	% Infe
Entro	<i>Quercus ilex</i>	60,00	53,33	40,00
	<i>Quercus pubescens</i>	33,33	50,00	33,33
	<i>Fraxinus ornus</i>	35,48	51,52	50,00
	<i>Pistacia tereb.</i>	13,33	27,66	23,40
	<i>Rhamnus alat.</i>	33,33	42,25	29,17
	<i>Rosa canina</i>	38,64	53,33	50,00
	<i>Juniperus com.</i>	0,00	20,00	0,00
Entro totale		31,71	42,60	34,67
Fuori	<i>Quercus ilex</i>	40,91	8,70	23,81
	<i>Quercus pubescens</i>		0,00	0,00
	<i>Fraxinus ornus</i>	20,00	0,00	23,53
	<i>Pistacia tereb.</i>	7,14	7,14	14,29
	<i>Rhamnus alat.</i>	0,00	0,00	15,38
	<i>Rosa canina</i>	0,00	0,00	0,00
	<i>Juniperus com.</i>	0,00	0,00	14,29
Fuori totale		19,40	4,41	18,92
Totale		28,68	33,68	30,77

Tab.16 Percentuale di infestazione da vitalba fuori e dentro le reti di protezione

Dentro le barriere, dove è sporadica la presenza di ginestra, un intervallo di un anno tra la ripulitura e l'altra evidenzia un calo dell'infestazione complessiva: dal 43 al 35%. Viceversa, Fuori rete, area caratterizzata da una rinaturazione estesa di ginestra, si è passati da un 4% di piante infestate ad un 19% nel 2023.

Evidente ancora l'effetto positivo dell'ombreggiamento dello *Spartium* (35 vs 19%) ma da sottolineare la forte ricrescita della liana nell'ultimo anno (dal 4 al 19%) che sembra essere correlata allo sviluppo ed invecchiamento della ginestra con un suo progressivo disseccamento e svuotamento della porzione inferiore della chioma che ha portato ad un aumento sostanziale dell'irraggiamento a terra nell'area di cui la liana si è avvantaggiata.

CONCLUSIONI

L'analisi quantitativa della Flora Spontanea ha evidenziato una limitata differenziazione tra i Gradoni lavorato e Non lavorato: i trapianti, pur con limitate concimazioni all'impianto, hanno certamente operato un disturbo che ha modificato la produttività delle diverse specie spontanee presenti, specie nei primi anni dopo l'intervento, disturbo che nelle condizioni climatiche del 2023 risulta essere statisticamente non significativo. Viceversa, significativa è la differenza tra il Gradone Basso rispetto alla Cresta superiore dove invece la vegetazione sta colonizzando un substrato prevalentemente minerale e compatto e non si avvantaggia dello spessore di materiale fine riportato.

Per i trapianti iniziali del 2011 (Tesi 1) la situazione si conferma stabilizzata dopo una prima fase di forte moria sia invernale che estiva. Complessivamente i trapianti autunnali del 2011 evidenziano una % di sopravvivenza contenuta, pari al 26%.

Il *Fraxinus ornus* si presenta come la specie maggiormente adattabile a queste severe condizioni stagionali (con l'88% di sopravvivenza) seguito a distanza dal *Pistacia terebinthus* (38%). All'opposto, il *Quercus pubescens* ed il *Quercus ilex* presentano risposte più deludenti con risultati che non superano il 15%. Tra le altre specie le condizioni invernali hanno fortemente penalizzato il *Rhamnus* e la *Rosa* mentre *Fraxinus* e *Pistacia* hanno subito danni sia nel periodo invernale che in quello estivo.

Per quanto riguarda lo sviluppo vegetativo è sempre il *Fraxinus ornus* a presentare valori più elevati in altezza. Per tutte le specie si osservano limitati aumenti in altezza rispetto all'anno precedente, con l'unica eccezione del *Pistacia terebinthus* che presenta invece un leggero calo.

Per i trapianti primaverili del 2013 (Tesi 2) si evidenziano risultati molto più incoraggianti: la sopravvivenza complessiva raggiunge il 64%, favorita dal *Rhamnus* e dalla *Rosa* (rispettivamente con l'84 ed il 64%) mentre maggiori fallanze si riscontrano nel *Quercus ilex* (sopravvivenza del 52%) e nel *Quercus pubescens* (sopravvivenza del 20%). Rispetto allo sviluppo in altezza da segnalare una crescita relativa di tutte le specie messe a dimora nell'aprile 2013.

Per la Tesi 3, Trapianto di *Fraxinus ornus* e *Pistacia terebinthus* nell'autunno 2014, infine è da segnalare l'elevato tasso di sopravvivenza, sempre superiore al 75%, ma con uno sviluppo in altezza contenuto.

L'analisi dell'infestazione di *Vitalba* ha messo in evidenza una sua diffusione ad un anno dalla ripulitura: in una stagione si è passati dal 34 al 31% di piante infestate. Le specie maggiormente infestate rispetto all'annata precedente sono state il *Fraxinus ornus* ed il *Quercus ilex*, mentre per le restanti specie il controllo è risultato più efficace (*Rhamnus*, dal 37 al 27%; *Juniperus*, dal 24 al 6%). Questo può essere imputato alla posizione delle piante che per le arboree sono nella parte alta del riporto, zona di massima colonizzazione della liana.

E' emerso anche un effetto di contenimento importante della liana dovuto alla copertura/ombreggiamento dello *Spartium junceum* diffusosi naturalmente, anche se negli anni il suo sviluppo e il suo disseccamento inferiore sembrano limitarne gli effetti positivi.

CONSIDERAZIONI OPERATIVE

Dai risultati ottenuti fino ad ora è possibile aggiornare le opzioni relative ai prossimi interventi:

- Nuovi Trapianti lungo i gradoni:
per i gradoni ancora da rinaturalizzare converrà adottare una strategia più cautelativa, riproponendo solo in parte le specie già adottate (limitando lo *Juniperus communis* ed il *Quercus pubescens*) per associarle a nuove specie arbustive quali lo *Spartium junceum*, il *Prunus spinosa*, l'*Hippophae rhamnoides*, la *Colutea arborescens* o l'*Amelanchier ovalis*. Converrà inoltre riequilibrare la distribuzione di frequenza delle specie arboree all'impianto puntando sul *Fraxinus*

ornus tra le specie arborea, da integrare con *Quercus ilex* e in via sperimentale anche con *Ostrya carpinifolia* sporadicamente presente sui gradoni. Tra gli arbusti è il *Rhamnus alaternus* la specie su cui puntare vista la sopravvivenza e lo sviluppo ottenuti, seguito dalla *Rosa canina*.

- Maggiore attenzione dovrà essere esercitata sul periodo di impianto della vegetazione: alcune specie che sembrano adattarsi alle condizioni estreme del fronte di cava, come il *Rhamnus* o il *Q.ilex*, sono molto sensibili alle basse temperature invernali e quindi sarà preferibile prevedere un impianto in primavera, mentre per le altre specie è preferibile un trapianto autunnale.
- Date le esigenze ecologiche del *Quercus ilex* (specie sciafila) converrà predisporre un trapianto temporalmente differenziato dello stesso ed in particolare dopo l'affermazione della componente arbustiva (in particolare *Spartium junceum*) al fine di sfruttare l'effetto di ombreggiamento e in questo modo contenere la mortalità dovuta a condizioni troppo continentali (forti escursioni giornaliere e stagionali).
- Date le condizioni di disturbo e di forte illuminazione converrà predisporre, per alcuni anni dopo i trapianti, interventi di contenimento della presenza di liane invasive con frequenza almeno biennale.
- Vista l'abbondanza dei processi naturali di rinaturazione (diffusione spontanea di una copertura vegetale erbacea) non si ritiene conveniente ricorrere a semine di essenze erbacee.
- La presenza e la diffusione di specie aliene, come l'Olivello di Boemia, confermano la necessità di ricorrere ad interventi diretti per evitare colonizzazioni anomale.

dott. Enrico Muzzi

