

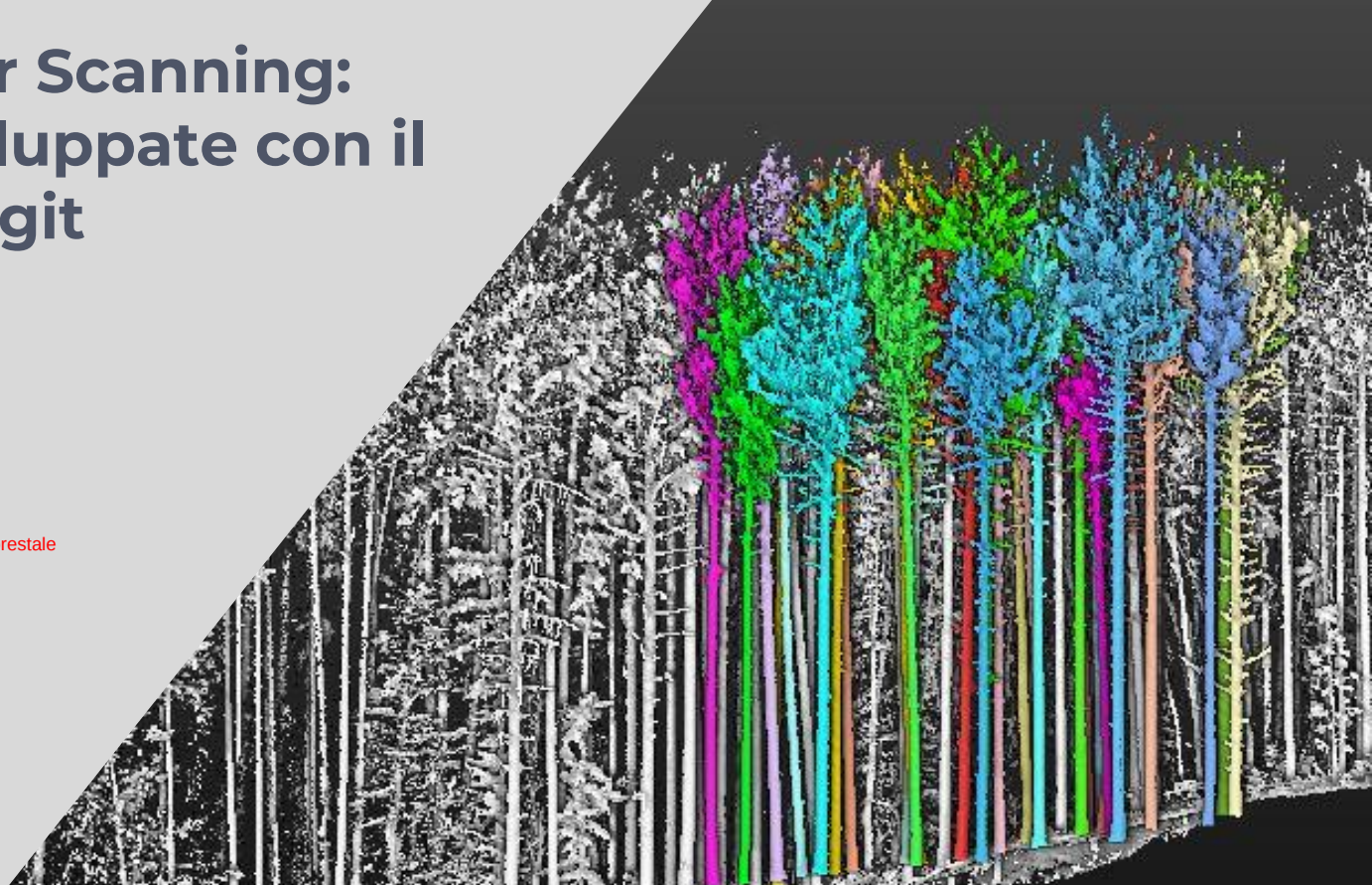
Terrestrial Laser Scanning: applicazioni sviluppate con il progetto Agridigit

Nicola Puletti*

Simone Innocenti

Matteo Guasti

<https://www.crea.gov.it/en/web/foreste-e-legno/geomatica-forestale>



San Michele all'Adige | 15 settembre 2023

June 6, 2023 (1)

Dataset

Open Access

View

Anagrafica delle tavole stereometriche ed alsometriche di Castellani 1982

 Puletti, Nicola;  Innocenti, Simone;

Il dataset contiene l'anagrafica di tutte le tabelle contenute nella raccolta di tavole stereometriche e alsometriche per i boschi italiani, redatta da Castellani nel 1982. Per semplicità, la stessa pubblicazione, in formato PDF, è stata caricata in questo repository. Il file xl

Uploaded on June 9, 2023

<https://zenodo.org/record/8020968>

Salvataggio automatico               Cerca Nicola Puletti (CREA-IR)

File Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza Automate Guida

Incolla  Taglia  Copia  Copia formato  Appunti  Carattere  Allineamento  Numeri  Stili  Formattazione condizionale  Formatta come tabella  Stili cella  Inserisci  Elimina  Formato  Somma automatica  Riempimento  Cancellazione  Ordina e filtra  Trova e seleziona  Modifica

H21    Ufficio Assestamento A.S.F.D.

	E	F	G	H	I
	Provincia	Regione	Tavola	autore1	osservazioni
21	Pistoia	Toscana	cormometrica a doppia entrata	Ufficio Assestamento A.S.F.D.	1893
27	Firenze	Toscana	alsometrica	V. Perona (Economia forestale - dendrometria, pag. 235, F. Vallardi, Milano, 1911)	NA
28	Firenze	Toscana	cormometrica a una sola entrata	F. Clauser (L'Italia forestale e montana, n. 5, Firenze, 1950)	105 (particelle)
29	Firenze	Toscana	cormometrica a doppia entrata	G. Di Tella (L'Alpe, n. 12, pag. 272, Firenze 1919)	7282
30	Pistoia	Toscana	cormometrica a doppia entrata	G. Di Tella (L'Alpe, n. 12, pag. 272, Firenze 1919)	7282
31	Arezzo	Toscana	cormometrica a doppia entrata	G. Di Tella (L'Alpe, n. 12, pag. 272, Firenze 1919)	7282
133	Lucca	Toscana	alsometrica	M. Vettori (Piano di assestamento, decennio .1964-1973)	NA
136	Pisa	Toscana	dendrometrica a doppia entrata	A. Meschini (L'Italia Forestale e Montana, n. 5 del 1959)	1063
137	Livorno	Toscana	cormometrica a una sola entrata	G. Di Tella (L'Italia forestale e montana, pag. 156, Firenze, 1946)	NA
138	Grosseto	Toscana	cormometrica a una sola entrata	Ufficio Assestamento A.S.F.D.	83
149	Firenze	Toscana	cormometrica a doppia entrata	L. Benassi (L'Italia forestale e montana, pag. 157, Firenze, 1946)	336
151	Livorno	Toscana	cormometrica a una sola entrata	G. Di Tella (L'Italia forestale e montana, pag. 156, Firenze, 1946)	648
173	Firenze	Toscana	cormometrica a doppia entrata	G. Bernetti (Ricerche sperimentali di dendrometria e auxometria, fasc. IV – 1965)	533
174	Firenze	Toscana	cormometrica a una sola entrata	G. Bernetti (Ricerche sperimentali di dendrometria e auxometria, fasc. IV – 1965)	NA
175	NA	Toscana	alsometrica	M. Cantiani (Ricerche sperimentali di dendrometria e di auxometria – Fasc. IV – Firenze 1965 – pag. 60-61)	NA
176	Firenze	Toscana	cormometrica a una sola entrata	L. Benassi (L'Italia forestale e montana, pag. 154, anno 1954)	NA
357	Firenze	Toscana	dendrometrica a doppia entrata	G. Patrone (Ricerche dendrometriche sul faggio – Firenze 1941)	2725
358	Pistoia	Toscana	dendrometrica a doppia entrata	G. Patrone (Ricerche dendrometriche sul faggio – Firenze 1941)	2725
499	Pistoia	Toscana	cormometrica a una sola entrata	M. Cantiani (Piano di assestamento, dodicennio 1961-1972)	540
500	Pistoia	Toscana	cormometrica a una sola entrata	G. Bernetti - M. Cantiani (Piano di assestamento, ventennio 1965-1984)	NA

June 6, 2023 (1)

Dataset

Open Access

View

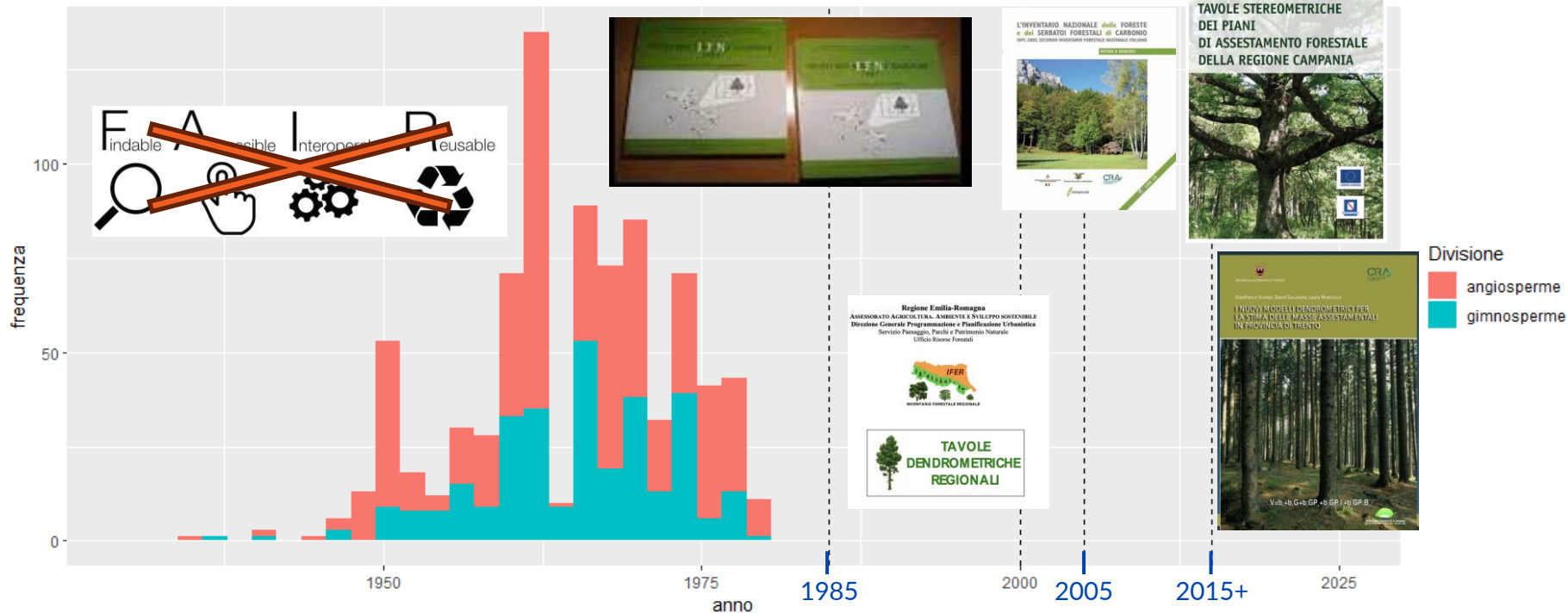
Anagrafica delle tavole stereometriche ed alsometriche di Castellani 1982

 Puletti, Nicola;  Innocenti, Simone;

Il dataset contiene l'anagrafica di tutte le tabelle contenute nella raccolta di tavole stereometriche e alsometriche per i boschi italiani, redatta da Castellani nel 1982. Per semplicità, la stessa pubblicazione, in formato PDF, è stata caricata in questo repository. Il file xl

Uploaded on June 9, 2023

<https://zenodo.org/record/8020968>



Modelli datati

La realizzazione di tavole di cubatura locali è una pratica abbandonata nel nostro Paese per due motivi:

1. la forte riduzione delle attività selvicolturali
2. costi/benefici connessi alla loro produzione (misurazione alberi modello)

“Il rapporto tra
costi delle utilizzazioni e
valore di mercato del legno
è da tempo in costante aumento”

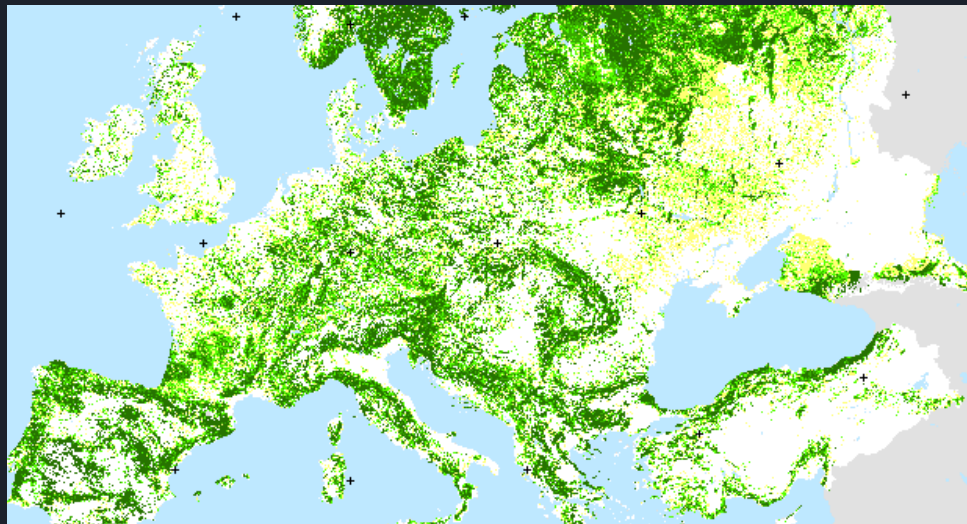
Portoghesi et al 2019 - IFM



La scala

Sono sicuramente importanti attività che forniscono strumenti a supporto della gestione forestale su larga scala

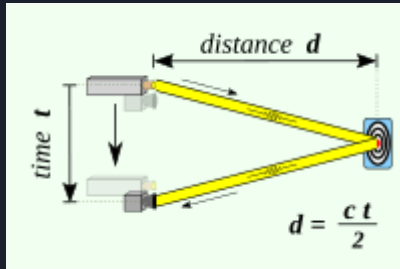
Ma gestori e operatori forestali ha bisogno **anche** di strumenti accurati e aggiornati per svolgere il loro lavoro a livello aziendale



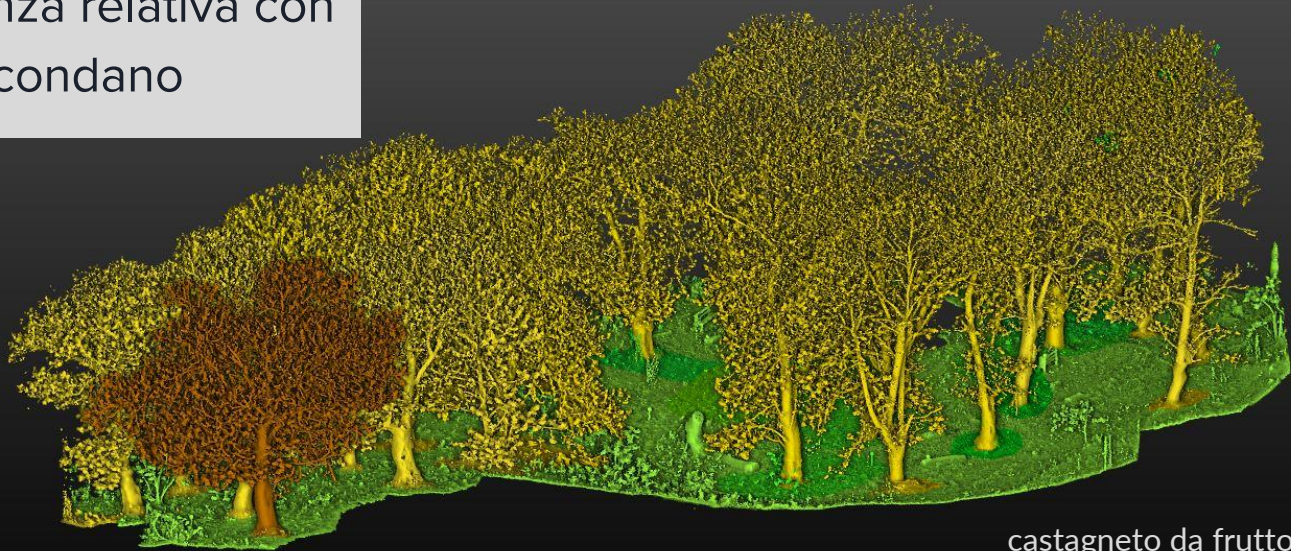
diametri (cm)	altezze (m)															
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
8	0.0222	0.0224	0.0226	0.0228	0.0230	0.0232	0.0234	0.0236	0.0238	0.0240	0.0242	0.0244	0.0246	0.0248	0.0250	0.0252
9	0.0260	0.0262	0.0264	0.0266	0.0268	0.0270	0.0272	0.0274	0.0276	0.0278	0.0280	0.0282	0.0284	0.0286	0.0288	0.0290
10	0.0302	0.0304	0.0306	0.0308	0.0310	0.0312	0.0314	0.0316	0.0318	0.0320	0.0322	0.0324	0.0326	0.0328	0.0330	0.0332
11	0.0344	0.0346	0.0348	0.0350	0.0352	0.0354	0.0356	0.0358	0.0360	0.0362	0.0364	0.0366	0.0368	0.0370	0.0372	0.0374
12	0.0386	0.0388	0.0390	0.0392	0.0394	0.0396	0.0398	0.0400	0.0402	0.0404	0.0406	0.0408	0.0410	0.0412	0.0414	0.0416
13	0.0438	0.0440	0.0442	0.0444	0.0446	0.0448	0.0450	0.0452	0.0454	0.0456	0.0458	0.0460	0.0462	0.0464	0.0466	0.0468
14	0.0490	0.0492	0.0494	0.0496	0.0498	0.0500	0.0502	0.0504	0.0506	0.0508	0.0510	0.0512	0.0514	0.0516	0.0518	0.0520
15	0.0542	0.0544	0.0546	0.0548	0.0550	0.0552	0.0554	0.0556	0.0558	0.0560	0.0562	0.0564	0.0566	0.0568	0.0570	0.0572
16	0.0594	0.0596	0.0598	0.0600	0.0602	0.0604	0.0606	0.0608	0.0610	0.0612	0.0614	0.0616	0.0618	0.0620	0.0622	0.0624
17	0.0646	0.0648	0.0650	0.0652	0.0654	0.0656	0.0658	0.0660	0.0662	0.0664	0.0666	0.0668	0.0670	0.0672	0.0674	0.0676
18	0.0698	0.0700	0.0702	0.0704	0.0706	0.0708	0.0710	0.0712	0.0714	0.0716	0.0718	0.0720	0.0722	0.0724	0.0726	0.0728
19	0.0750	0.0752	0.0754	0.0756	0.0758	0.0760	0.0762	0.0764	0.0766	0.0768	0.0770	0.0772	0.0774	0.0776	0.0778	0.0780
20	0.0802	0.0804	0.0806	0.0808	0.0810	0.0812	0.0814	0.0816	0.0818	0.0820	0.0822	0.0824	0.0826	0.0828	0.0830	0.0832
21	0.0854	0.0856	0.0858	0.0860	0.0862	0.0864	0.0866	0.0868	0.0870	0.0872	0.0874	0.0876	0.0878	0.0880	0.0882	0.0884
22	0.0906	0.0908	0.0910	0.0912	0.0914	0.0916	0.0918	0.0920	0.0922	0.0924	0.0926	0.0928	0.0930	0.0932	0.0934	0.0936
23	0.0958	0.0960	0.0962	0.0964	0.0966	0.0968	0.0970	0.0972	0.0974	0.0976	0.0978	0.0980	0.0982	0.0984	0.0986	0.0988
24	0.1010	0.1012	0.1014	0.1016	0.1018	0.1020	0.1022	0.1024	0.1026	0.1028	0.1030	0.1032	0.1034	0.1036	0.1038	0.1040
25	0.1062	0.1064	0.1066	0.1068	0.1070	0.1072	0.1074	0.1076	0.1078	0.1080	0.1082	0.1084	0.1086	0.1088	0.1090	0.1092
26	0.1114	0.1116	0.1118	0.1120	0.1122	0.1124	0.1126	0.1128	0.1130	0.1132	0.1134	0.1136	0.1138	0.1140	0.1142	0.1144
27	0.1166	0.1168	0.1170	0.1172	0.1174	0.1176	0.1178	0.1180	0.1182	0.1184	0.1186	0.1188	0.1190	0.1192	0.1194	0.1196
28	0.1218	0.1220	0.1222	0.1224	0.1226	0.1228	0.1230	0.1232	0.1234	0.1236	0.1238	0.1240	0.1242	0.1244	0.1246	0.1248
29	0.1270	0.1272	0.1274	0.1276	0.1278	0.1280	0.1282	0.1284	0.1286	0.1288	0.1290	0.1292	0.1294	0.1296	0.1298	0.1300
30	0.1322	0.1324	0.1326	0.1328	0.1330	0.1332	0.1334	0.1336	0.1338	0.1340	0.1342	0.1344	0.1346	0.1348	0.1350	0.1352
31	0.1374	0.1376	0.1378	0.1380	0.1382	0.1384	0.1386	0.1388	0.1390	0.1392	0.1394	0.1396	0.1398	0.1400	0.1402	0.1404
32	0.1426	0.1428	0.1430	0.1432	0.1434	0.1436	0.1438	0.1440	0.1442	0.1444	0.1446	0.1448	0.1450	0.1452	0.1454	0.1456
33	0.1478	0.1480	0.1482	0.1484	0.1486	0.1488	0.1490	0.1492	0.1494	0.1496	0.1498	0.1500	0.1502	0.1504	0.1506	0.1508
34	0.1530	0.1532	0.1534	0.1536	0.1538	0.1540	0.1542	0.1544	0.1546	0.1548	0.1550	0.1552	0.1554	0.1556	0.1558	0.1560
35	0.1582	0.1584	0.1586	0.1588	0.1590	0.1592	0.1594	0.1596	0.1598	0.1600	0.1602	0.1604	0.1606	0.1608	0.1610	0.1612
36	0.1634	0.1636	0.1638	0.1640	0.1642	0.1644	0.1646	0.1648	0.1650	0.1652	0.1654	0.1656	0.1658	0.1660	0.1662	0.1664
37	0.1686	0.1688	0.1690	0.1692	0.1694	0.1696	0.1698	0.1700	0.1702	0.1704	0.1706	0.1708	0.1710	0.1712	0.1714	0.1716

La tecnologia laser nel settore forestale

Tecnologia “attiva”: il laser viene emesso da e ritorna a una stazione che registra la distanza relativa con gli oggetti che la circondano



20 m



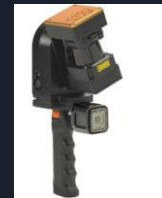
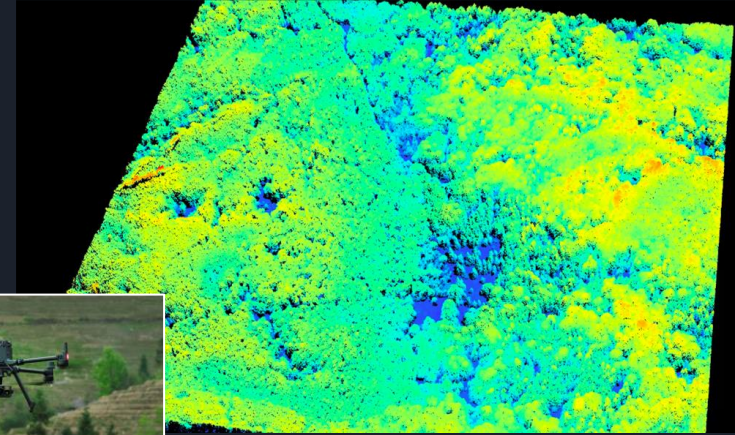
La tecnologia laser nel settore forestale

Tecnologia “attiva”: il laser viene emesso da e ritorna a una stazione che registra la distanza relativa con gli oggetti che la circondano

Può essere montato su diverse piattaforme, aeree, mobili, fisse



scala di applicazione ~ risoluzione



Il TLS per il settore forestale

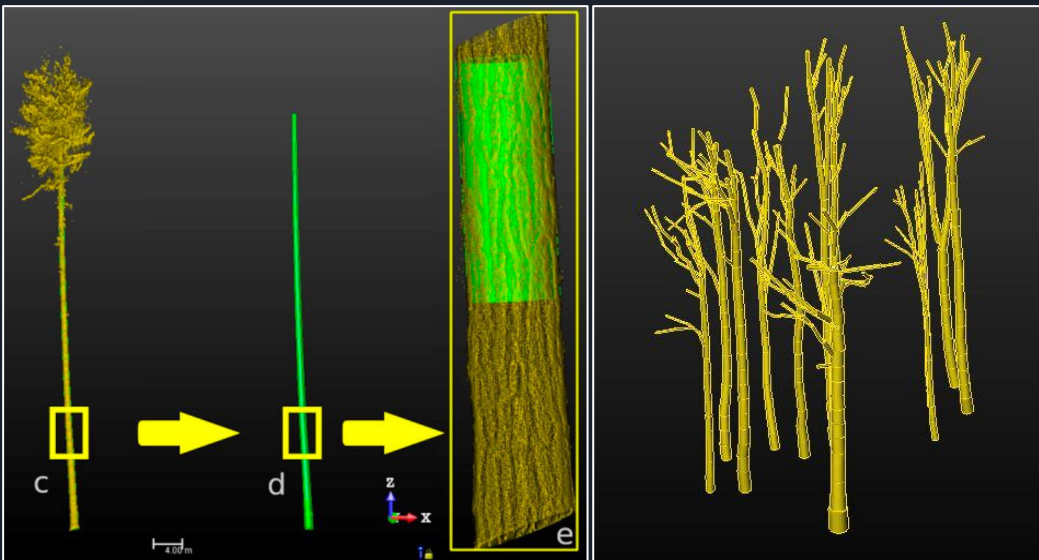
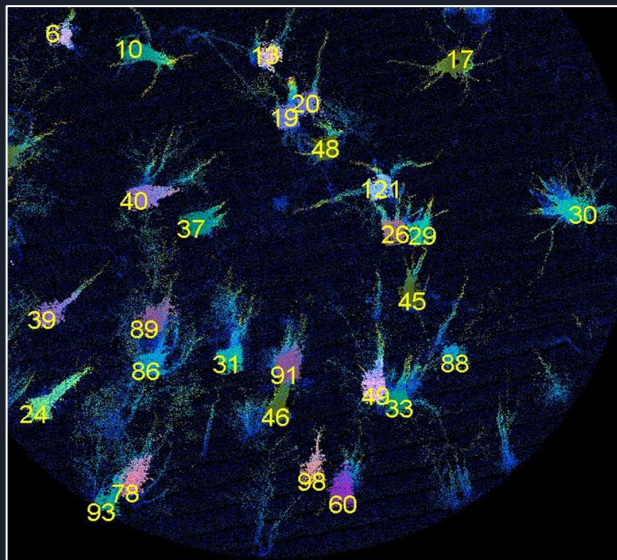
- DENDROMETRIA

 - ASSESTAMENTO

 - PIANIFICAZIONE FORESTALE

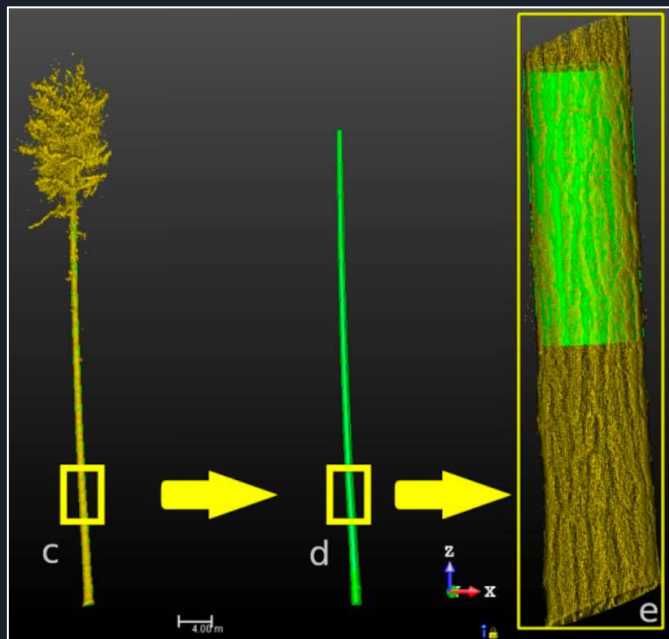
 - INVENTARI FORESTALI

- Parametri dimensionali (D_{130} e altezza)
- Funzioni di profilo e tavole di cubatura
- Assortimentazione legnosa e *stem quality check*



Il TLS per il settore forestale

- DENDROMETRIA
ASSESTAMENTO
PIANIFICAZIONE FORESTALE
INVENTARI FORESTALI



Volume tables and terrestrial laser scanning: a technology innovation supporting forest mensuration

Nicola Puletti⁽¹⁾, Matteo Guasti⁽¹⁾, Simone Innocenti⁽¹⁾ ✉, Roberto Scotti⁽²⁾

Forest@ - Journal of Silviculture and Forest Ecology, Volume 20, Pages 61-66 (2023)

doi: <https://doi.org/10.3832/efor4401-020>

Volume stimato (mc)

AgriDigit

$$V = \beta_1 + \beta_2 H + \beta_3 dbh^2 + \beta_4 dbh^2 H$$

Coefficiente	TLS-2023	Hellrigi-1969
β_1	-0.25024 ^{ns}	0.00035
β_2	0.0062 ^{ns}	0.00161
β_3	3.7631 ^{***}	-1.196417
β_4	0.2051 ^{***}	0.410092

<https://foresta.sisef.org/contents/?id=efor4401-020>

Volume misurato (mc)

Il TLS per il settore forestale

- DENDROMETRIA
- ASSESTAMENTO
- PIANIFICAZIONE FORESTALE
- INVENTARI FORESTALI



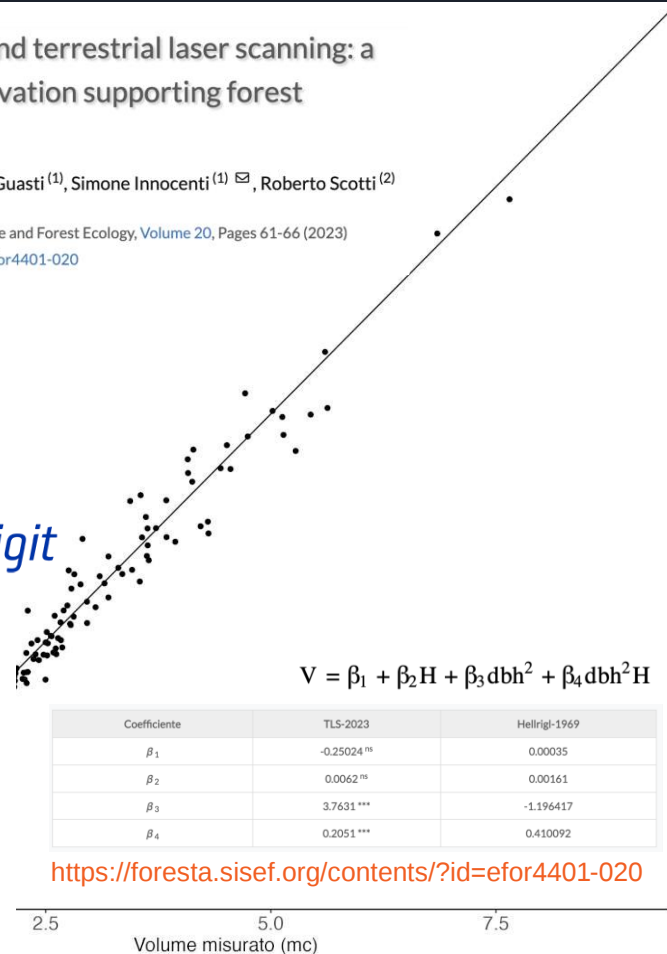
		Diametro (cm)										
		20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Altezza (m)	25	0.4704	0.5249	0.5793	0.6338	0.6883	0.7428					
	30	0.6630	0.7401	0.8171	0.8941	0.9712	1.0482	1.1253	1.2023			
	35	0.8907	0.9944	1.0981	1.2018	1.3055	1.4092	1.5129	1.6166			
	40	1.1534	1.2879	1.4223	1.5568	1.6912	1.8257	1.9601	2.0946	2.2290		
	45			1.7898	1.9591	2.1284	2.2977	2.4670	2.6363	2.8056	2.9749	
	50			2.2004	2.4087	2.6170	2.8252	3.0335	3.2418	3.4500	3.6583	
	55			2.6543	2.9057	3.1570	3.4083	3.6596	3.9110	4.1623	4.4136	4.6649
	60				3.4500	3.7484	4.0469	4.3454	4.6439	4.9424	5.2409	5.5394
	65					4.3913	4.7411	5.0908	5.4406	5.7903	6.1401	6.4898
	70					5.0856	5.4908	5.8959	6.3010	6.7061	7.1112	7.5163

Volume tables and terrestrial laser scanning: a technology innovation supporting forest mensuration

7.5- Nicola Puletti ⁽¹⁾, Matteo Guasti ⁽¹⁾, Simone Innocenti ⁽¹⁾ ✉, Roberto Scotti ⁽²⁾

Forest@ - Journal of Silviculture and Forest Ecology, Volume 20, Pages 61-66 (2023)

doi: <https://doi.org/10.3832/efor4401-020>

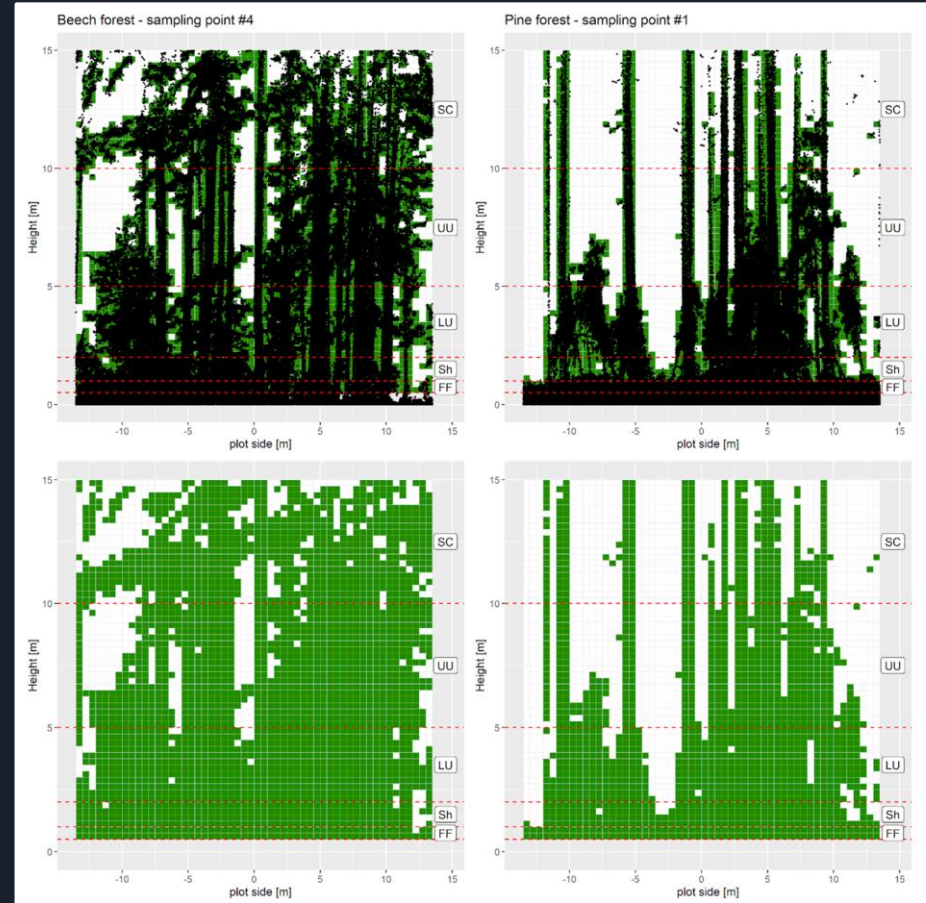
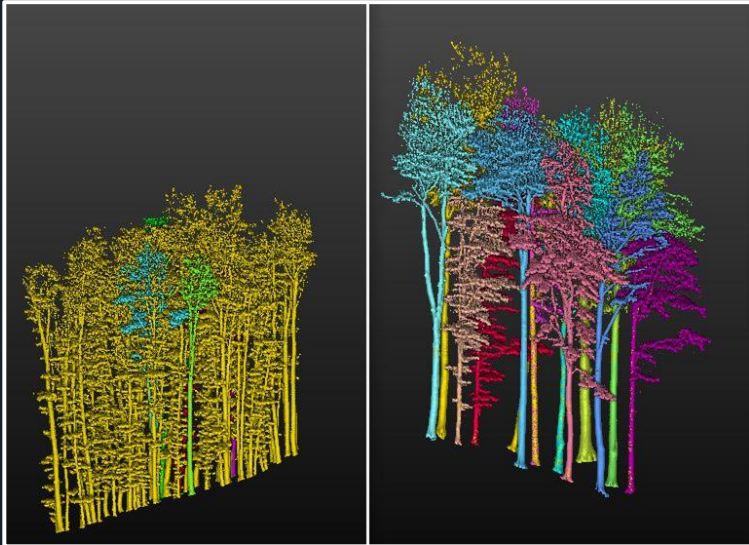


Il TLS per il settore forestale

- **ECOLOGIA FORESTALE**

Analisi dettagliata della **struttura forestale**

- sull'intero popolamento
- su singoli strati



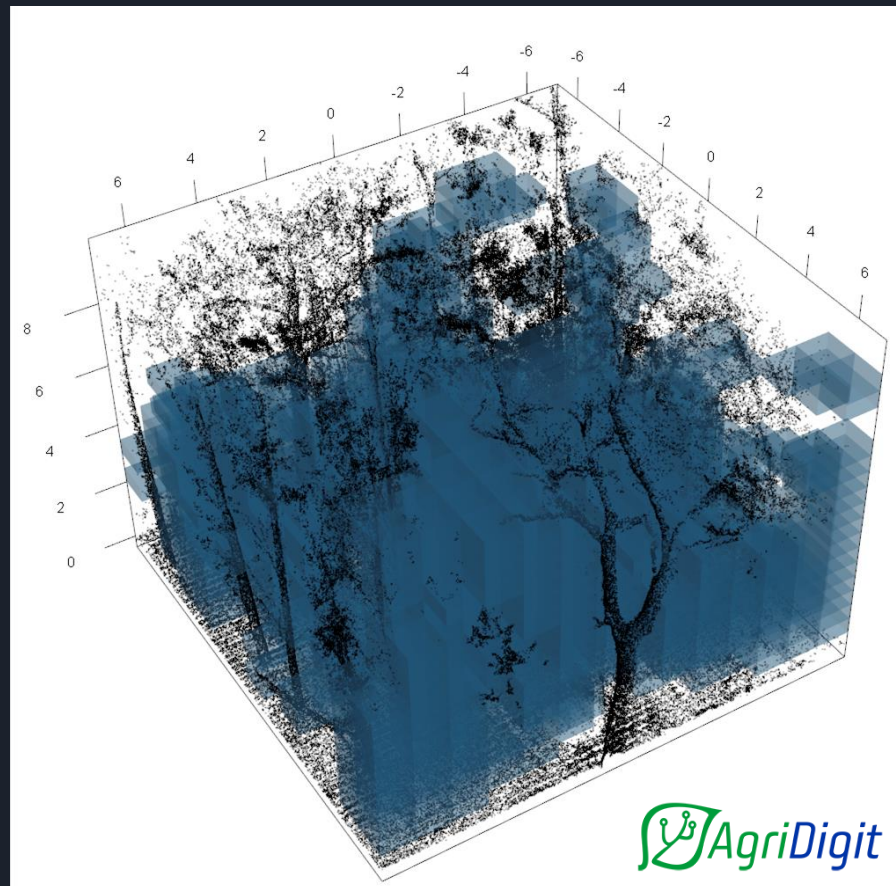
Il TLS per il settore forestale

- **ECOLOGIA FORESTALE**

Analisi dettagliata della **struttura forestale**



<https://gitlab.com/Puletti/crossing3dforest>



Il TLS per il settore forestale

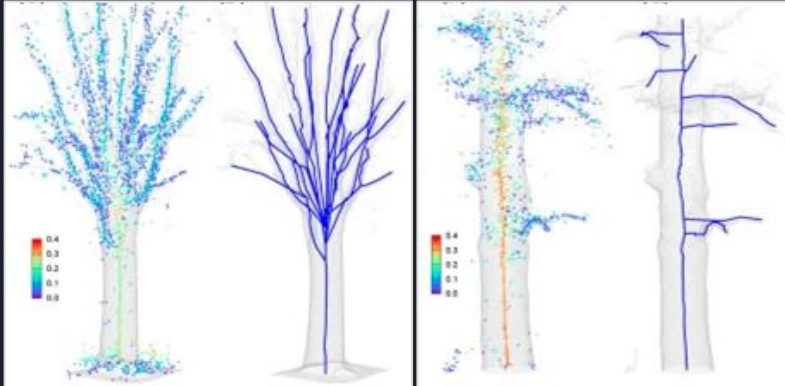
- ECOLOGIA FORESTALE

caratterizzazione della struttura architeturale degli alberi

scientific reports

Exploring the mechanical and morphological rationality of tree branch structure based on 3D point cloud analysis and the finite element method

[Satoru Tsugawa](#) , [Kaname Teratsuij](#), [Fumio Okura](#), [Koji Noshita](#), [Masaki Tateno](#), [Jingyao Zhang](#) & [Taku Demura](#)



<https://doi.org/10.1038/s41598-022-08030-5>



Il TLS per il settore forestale

• ECOLOGIA FORESTALE

caratterizzazione della struttura architeturale degli alberi

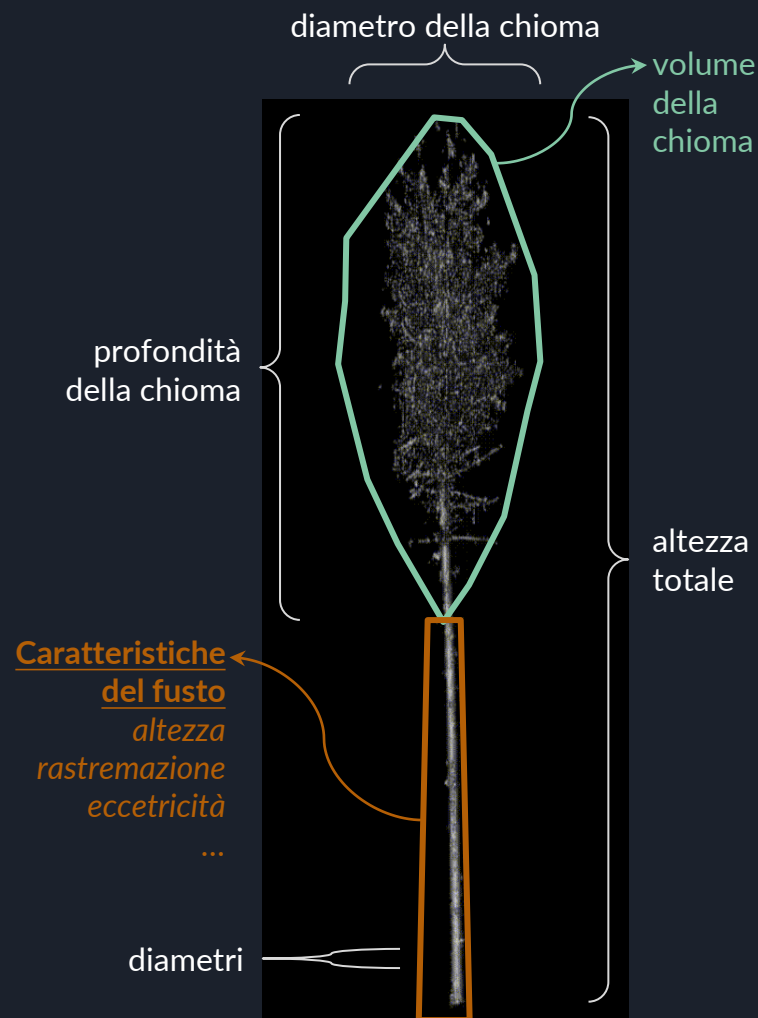
traits capturing diversity of tree structure



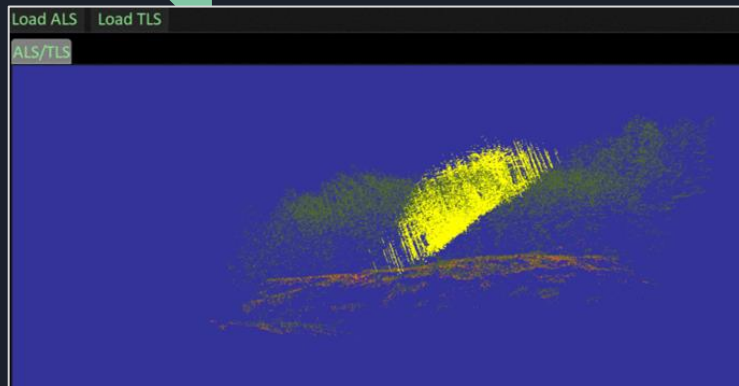
**Tree-level
Structural Biodiversity
Traits (SBTs)**

Top-heaviness
Aspect ratio
Relative Crown Width
Crown Area
Leaf Area
Crown Density
Mass Taper Exponent
Path Fraction
Crown Asymmetry
Branching Angle

https://gitlab.com/Puletti/tree_arch_traits



ForeSight ®



<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101497>



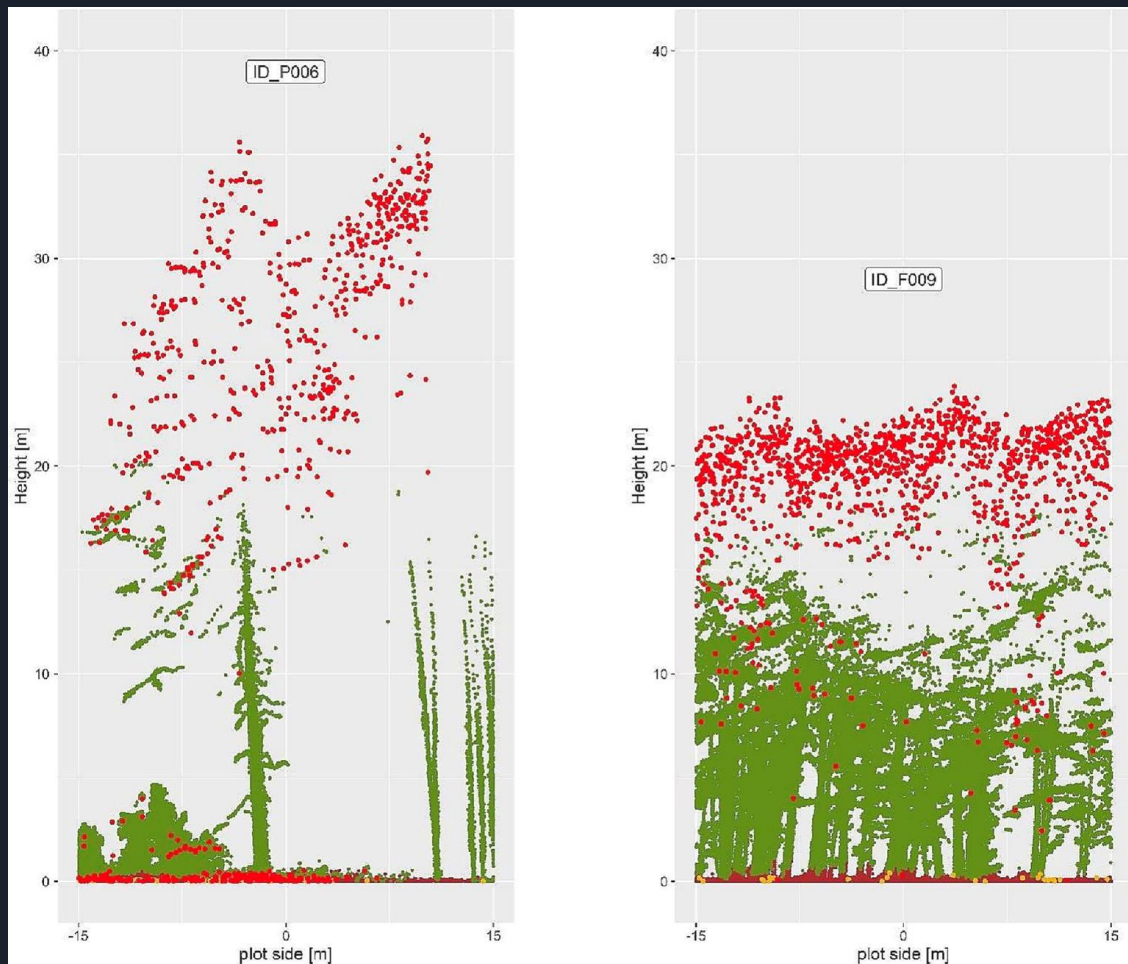
Ecological Informatics

Volume 67, March 2022, 101497

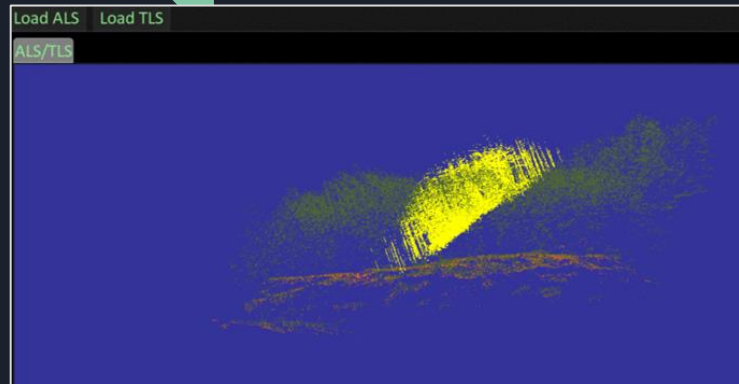


Enhancing wall-to-wall forest structure mapping through detailed co-registration of airborne and terrestrial laser scanning data in Mediterranean forests

Nicola Puletti^a, Mirko Grotti^{a, b}, Andrea Masini^c, Andrea Bracci^c, Carlotta Ferrara^{a, d}  



ForeSight ®



<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101497>



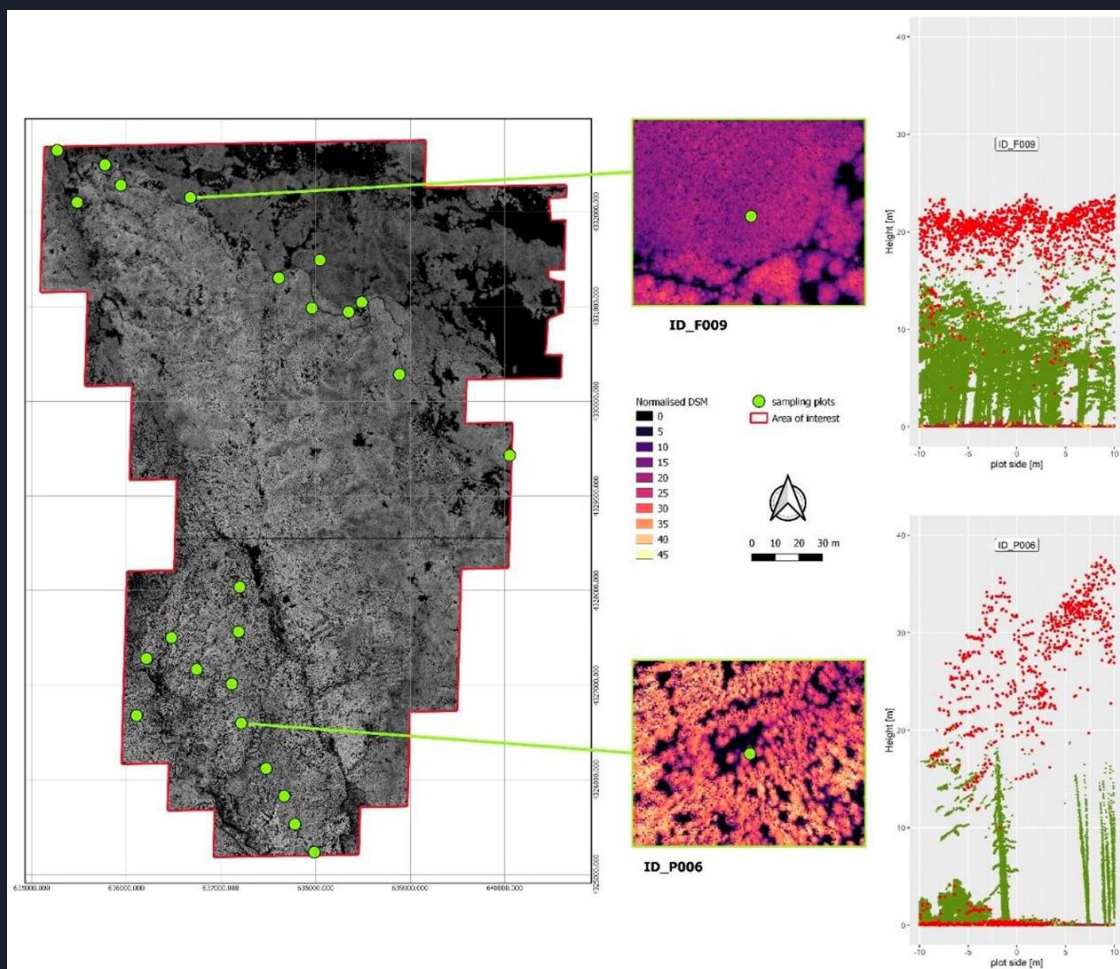
Ecological Informatics

Volume 67, March 2022, 101497



Enhancing wall-to-wall forest structure mapping through detailed co-registration of airborne and terrestrial laser scanning data in Mediterranean forests

Nicola Puletti ^a, Mirko Grotti ^{a,b}, Andrea Masini ^c, Andrea Bracci ^c, Carlotta Ferrara ^{a,d}



Verso la digitalizzazione (non TLS !)

https://nicolapuletti.shinyapps.io/ForIT_testing_Species/



TAKE HOME MESSAGES

Si può (e si deve!) tornare a produrre modelli di stima del volume e della biomassa che siano accurati

Gli strumenti tecnologici ci sono, il know how pure

Il settore Pubblico (Regioni in primis) insieme al mondo accademico, svolgono un ruolo centrale rispetto a questo compito

I prodotti (modelli/tavole di cubatura) devono essere liberamente fruibili (-> digitalizzazione) secondo principi FAIR

GRAZIE



nicola.puletti@crea.gov.it

@npuletti

www.linkedin.com/in/nicola-puletti-67462140/

<https://www.crea.gov.it/en/web/foreste-e-legno/geomatica-forestale>



San Michele all'Adige | 15 settembre 2023

