

I servizi ecosistemici

- 131_ La copertura arborea del Comune di Lignano Sabbiadoro
 - _ Risultati
- 133_ I servizi ecosistemici del popolamento arboreo
 - _ Stima dei servizi ecosistemici del popolamento arboreo pubblico
 - _ Stima dei servizi ecosistemici del popolamento arboreo complessivo
 - _ Risultati
- 137_ Altri servizi ecosistemici
 - _ Disservizi degli alberi urbani

Fonti delle figure:
[AC] Anna Costa
[GG] Giulia Gatta
[Gruppo lavoro S.E.] Rielaborazioni grafiche/dati del gruppo di lavoro del TESAF per lo studio dei Servizi Ecosistemici
Fonti diverse dalle precedenti vengono esplicitate ogni volta.

gli alberi della città di Lignano Sabbiadoro



GLI ALBERI DEL TERRITORIO COMUNALE

- Confine Comune Lignano Sabbiadoro
- Divisione territoriale
- Edifici
- Viabilità
- Sistema Idrografico
- Alberi



LA COPERTURA ARBOREA DEL COMUNE DI LIGNANO SABBIAADORO

La copertura arborea costituisce uno degli indicatori più importanti dell'entità e qualità dell'infrastruttura verde di un'area urbana. Molti dei servizi ecosistemici forniti dal verde urbano dipendono strettamente dall'interazione delle chiome degli alberi con l'ambiente circostante. L'intercettazione di polveri ed inquinanti, l'influenza sul micro e mesoclima urbano grazie all'evaporazione e all'ombreggiamento, la capacità di contenere e ritardare i deflussi superficiali delle acque di pioggia, l'efficacia nel sequestrare e fissare la CO_2 , sono una funzione dell'area fogliare del popolamento arboreo che può essere valutata con una buona approssimazione attraverso la stima o la misura della copertura.

La relativa facilità con cui la copertura può essere misurata o stimata attraverso metodi di telerilevamento o con misure ricavate a terra da un censimento del popolamento arboreo, ha fatto sì che questo indicatore venga diffusamente impiegato nella pianificazione e nella gestione dell'infrastruttura verde. Nella pianificazione del

verde urbano spesso vengono posti degli obiettivi minimi di copertura, in genere espressa in termini di % sulla superficie urbanizzata, e, nella gestione degli interventi, questi sono mirati a mantenere e, possibilmente, incrementare il valore di copertura.

Metodi

La copertura arborea urbana può essere misurata o stimata con diversi metodi, da quelli basati sulla fotointerpretazione di punti casuali, che permette di ottenere una stima statistica della copertura a quelli basati sul rilievo aero-fotogrammetrico o satellitare con diversi sensori (multispettrali, lidar), che permettono di restituire una mappatura dettagliata della copertura arborea urbana. (King et al. 2013, Parmehr, 2016a, 2016b; Kaspar et al., 2017) Nello studio preliminare per l'impostazione di questo piano del verde, si è proceduto utilizzando un metodo statistico, non disponendo ancora di dati aggiornati per poter procedere ad una

georeferenziazione della copertura arborea urbana. Per la stima statistica è stato utilizzato il software iTree Canopy (<https://canopy.itreetools.org>) che facilita la fotointerpretazione di punti casuali su ortofoto di dominio pubblico (Google Earth). Le ortofoto utilizzate sono del 2024, quindi ci offrono un'immagine attuale del popolamento arboreo della città.

La stima con iTree Canopy non permette di distinguere tra alberi di pertinenza pubblica ed alberi in aree private, ma permette solo la stima della copertura arborea complessiva. Per conoscere il contributo fornito dal verde pubblico al popolamento arboreo complessivo del Comune, è stato invece utilizzato l'inventario predisposto dall'amministrazione comunale. Pur non disponendo di dati sull'estensione delle chiome, la stima è stata effettuata facendo riferimento alle relazioni allometriche esistenti, per le diverse specie, tra diametro delle chiome e diametro del tronco.

La stima della copertura è stata condotta sia sull'intero

territorio del Comune (figura 05.01) sia nelle due sottozone est e ovest, in cui il territorio è stato suddiviso. Al fine di considerare nell'analisi solamente le aree effettivamente urbanizzate, l'analisi è stata ripetuta escludendo le aree agricole, utilizzando come perimetro quello della 1^a classe (superfici artificiali) della carta dell'uso del suolo, basata sulla classificazione Corine (figura 05.02).

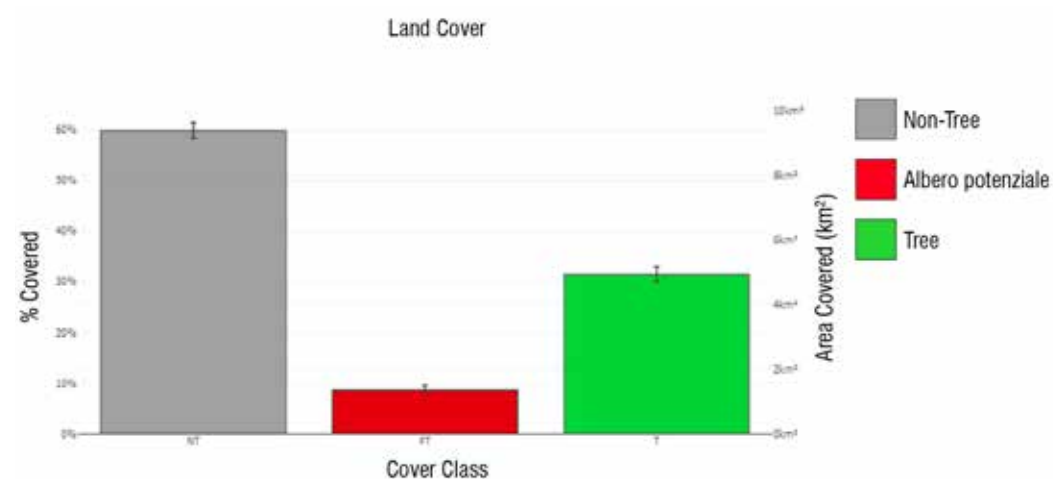


Figura 05.01. Stima della copertura arborea del Comune di Lignano Sabbiadoro (iTree Canopy). [Gruppo lavoro SE]

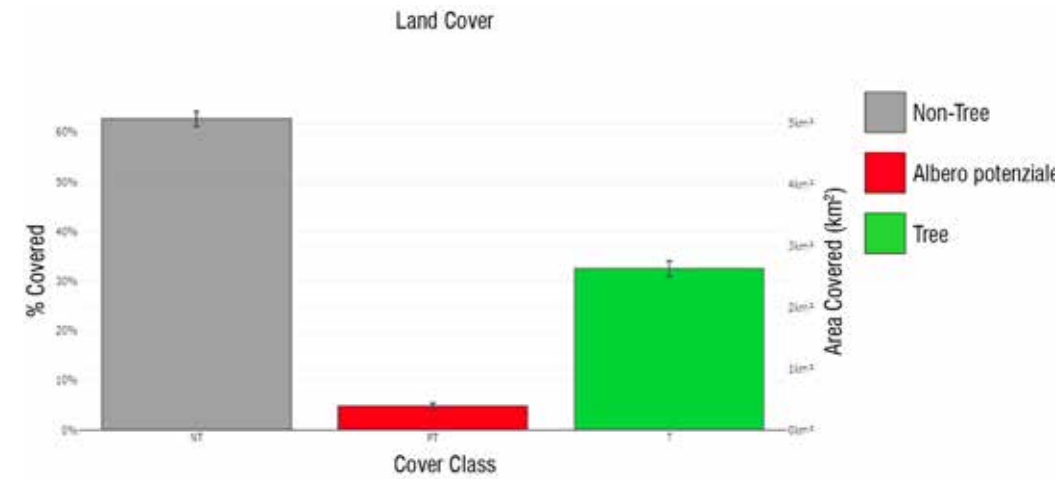


Figura 05.02. Stima della copertura arborea delle sole aree urbanizzate del Comune di Lignano Sabbiadoro (iTree Canopy). [Gruppo lavoro SE]

Risultati

I risultati di queste analisi sono riportati nelle tabelle in figura 05.03 e 05.04 a pagina seguente.

Il Comune di Lignano Sabbiadoro è caratterizzato da una copertura arborea elevata, superiore al 30% della superficie comunale. Questo valore è abbondantemente superiore a quello della maggior parte dei comuni delle aree di pianura del nord-est. La copertura risulta molto elevata anche rispetto ad altri comuni a vocazione turistica della costa nord-adriatica. A titolo di esempio il Comune di Jesolo ha una copertura pari a solamente l'8% della superficie comunale.

Nel territorio di Lignano la copertura arborea risulta relativamente omogenea con poche variazioni tra la zona est e quella ovest del Comune. Il dato più significativo si presenta nelle aree urbanizzate (33%) ma rimane elevato anche nel resto del territorio (29%), nel quale è inclusa anche la pineta nell'area ZSC IT3320038.

La copertura arborea derivante dai soli alberi di proprietà pubblica e gestiti direttamente dal Comune costituisce circa l'8% della copertura totale, ripartita in parti equivalenti tra alberature stradali e alberi in parchi e giardini pubblici.

La copertura arborea pubblica del Comune di Lignano Sabbiadoro è costituita per oltre il 90% da conifere del genere *Pinus*, con una netta prevalenza del pino nero (*Pinus nigra* J.F. Arnold), che da solo costituisce

oltre l'84% della copertura, seguito dal pino domestico (*Pinus pinea* L., 10%). Il dato è alquanto diverso se si considerano le sole alberature stradali. In questo caso le specie che maggiormente contribuiscono alla copertura arborea sono il *Pinus pinea* L. (50%), il *Platanus occidentalis* L. (12%) e il *Quercus ilex* L. (6%).

Dall'analisi compiuta per campioni sulla copertura totale si stima che le stesse specie contribuiscano in modo simile a comporre la copertura arborea totale del Comune.

Il popolamento arboreo pubblico del Comune di Lignano Sabbiadoro è costituito da 10.476 individui arborei* equivalenti a 148 alberi ogni 100 residenti o 9 alberi ogni 100 abitanti***, considerando la popolazione nei picchi di presenze estive, con rispettivamente 54,00 m² di chioma per residente e 4,00 m² di chioma per abitante***.

Il popolamento arboreo complessivo sul territorio comunale è stimato in circa 136.000 individui** equivalenti a 1.950 alberi ogni 100 residenti o 111 alberi ogni 100 abitanti***.

* Dato ricavato dal censimento delle alberature fornito dal Comune (riferiti a febbraio 2024).

** Dato stimato sulla base della copertura arborea complessiva.

*** Numero medio di abitanti nella stagione estiva.

STIMA DELLA COPERTURA ARBOREA TOTALE*		
	ha	%
Lignano Sabbiadoro zona est	129,00	31,00
Lignano Sabbiadoro zona ovest	364,00	32,00
Lignano Sabbiadoro aree urbanizzate	264,00	33,00
Lignano Sabbiadoro aree non urbanizzate	216,00	29,00
Lignano Sabbiadoro totale Comune	493,00	31,00

* stimato con iTree Canopy su ortofoto Google del 2024

Figura 05.03. Stima della copertura arborea complessiva del Comune di Lignano Sabbiadoro per ambiti geografici ed usi del suolo. [Gruppo lavoro SE]

COPERTURA ARBOREA PUBBLICA*				
	alberi pubblici censiti	ha	% sulla superficie del Comune	% sulla copertura totale
Parchi	5.515	18,91	1,19	3,84
Strade	4.961	19,10	1,20	3,87
Totale	10.476	38,01	2,39	7,71

* stimato con iTree Eco sulla base del censimento fornito dagli uffici comunali (febbraio 2024)

Figura 05.04. Stima della copertura arborea complessiva del Comune di Lignano Sabbiadoro per ambiti geografici ed usi del suolo. [Gruppo lavoro SE]



Figura 05.05. La divisione del territorio del Comune di Lignano Sabbiadoro in zona est e ovest per lo studio dei servizi ecosistemici. [Studio AC]

I SERVIZI ECOSISTEMICI DEL POPOLAMENTO ARBOREO

È ben noto che gli alberi urbani contribuiscono in modo importante a mitigare e contrastare i molti problemi ambientali che caratterizzano le città del XXI secolo. Il ruolo degli alberi è riconosciuto da tempo, e fin dal 1800, alberi e spazi verdi pubblici sono diventati un elemento rilevante nella pianificazione delle città, proprio al fine di migliorare il benessere dei cittadini. Più recentemente, a partire dagli anni '80 del secolo scorso, la ricerca scientifica ha iniziato a descrivere in termini quantitativi gli effetti della vegetazione urbana sulle principali criticità ambientali, quali l'isola di calore, l'inquinamento dell'aria, i deflussi idrici superficiali, la qualità delle acque, oltre al contributo che gli alberi urbani possono fornire per il contrasto ai cambiamenti climatici, attraverso lo stoccaggio del carbonio.

Il fecondo filone di ricerca in questo settore ha portato allo sviluppo e alla implementazione di diversi metodi e strumenti per la stima dei servizi di tipo ambientale forniti dagli alberi urbani. Lo strumento più diffuso ed utilizzato a livello globale per modellizzare questi benefici sulla base della conoscenza di alcune caratteristiche dei popolamenti arborei, oltre che delle condizioni climatiche e della qualità dell'aria nell'area di studio, è il software iTree Eco, sviluppato dai Servizi Forestali del Dipartimento dell'agricoltura degli Stati Uniti. Questo software è stato sviluppato a partire dallo studio pionieristico nella città di Chicago (McPherson et al., 1994), seguito da numerosi altri studi scientifici (Nowak e Crane, 2000; Nowak e Dwyer, 2001; McPherson e Simpson, 2002; McPherson et al. 2005; Nowak et al. 2008; Escobedo e Nowak, 2009; Donovan e Butry, 2009; Escobedo et al., 2011; Livesley et al., 2016; Nowak et al. 2018; Lin et al., 2019; Pretzsch et al., 2021). Sviluppato in origine per le città del Nord America i modelli sono stati progressivamente adattati ed applicati anche in Europa e in Italia (Soares et al., 2011; Treeconomics London, 2015; Russo et al. 2014).

iTree Eco è attualmente il modello più utilizzato nella stima dei servizi ecosistemici del verde urbano, e questa sua diffusione consente di utilizzarne i risultati come strumento di confronto tra diverse aree geografiche e modelli urbanistici. La possibilità inoltre di applicare il modello, non solo alle condizioni esistenti, ma anche a possibili scenari futuri di cambiamento della composizione e struttura dei popolamenti arborei urbani, permette di prevedere gli effetti di diverse politiche di pianificazione e di gestione delle "foreste urbane". Per questo motivo si propone in questo capitolo una valutazione, mediante l'applicazione di iTree Eco, dei servizi ambientali degli alberi pubblici del comune di

Lignano Sabbiadoro, oltre che una stima dei servizi ambientali complessivi forniti dall'intero popolamento arboreo pubblico e privato presente nel territorio comunale.

Metodi

Per la stima dei principali servizi ecosistemici forniti dal popolamento arboreo urbano è stato utilizzato il software iTree Eco (Nowak e Crane, 2000; <https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco>).

In prima analisi sono stati considerati i servizi ambientali forniti dal popolamento arboreo pubblico, ossia da tutti gli alberi gestiti direttamente dal comune e censiti nell'inventario degli alberi pubblici fornito dal comune. Poiché il verde pubblico costituisce una frazione minoritaria del patrimonio arboreo urbano, si è ritenuto indispensabile fornire anche una stima dei servizi prodotti dal popolamento nel suo complesso, includendo anche tutti gli alberi presenti in proprietà privata e comunque non gestiti e monitorati dal Comune.

Per poter utilizzare in modo efficace il software iTree Eco è stato necessario predisporre per ciascuno degli scenari un elenco degli alberi che compongono i diversi popolamenti corredato delle loro principali caratteristiche dendrometriche.

Stima dei servizi ecosistemici del popolamento arboreo pubblico

La valutazione del patrimonio arboreo pubblico è stata condotta separatamente per gli alberi stradali e gli alberi dei parchi. I dati ottenuti sono anche stati raggruppati per zona est e zona ovest per evidenziare differenze all'interno del territorio comunale. I dati relativi agli alberi stradali sono stati ricavati da un censimento speditivo, condotto dagli uffici comunali, che riporta per ogni singola pianta un numero identificativo, la via di appartenenza, la specie, il diametro del fusto a 130 centimetri espresso in classi diametriche di 10 centimetri e l'altezza totale (metri) espressa anch'essa in classi di 6 metri. A ciascun soggetto arboreo sono stati attribuiti un diametro del fusto ed una altezza pari al valore medio della classe di appartenenza. I dati relativi agli alberi dei parchi derivano, come per il caso precedente, da un censimento speditivo e comprendono per la maggior parte degli alberi un numero identificativo, il nome dell'area verde in cui sono collocati, il diametro del fusto espresso in centimetri e l'altezza in metri espressa in classi. Per più della metà dei 5.515 alberi identificati nelle

aree a parco erano disponibili tutti i dati tassonomici e dendrometrici necessari alla valutazione con iTree Eco, per i rimanenti i dati mancanti sono stati assegnati su base statistica facendo riferimento alle caratteristiche di composizione e struttura dell'intero popolamento. Il dataset così ottenuto comprende 4.961 alberi stradali e 5.515 alberi dei parchi, per un totale di 10.476 piante di proprietà pubblica nel Comune di Lignano Sabbiadoro. Gli alberi sono distribuiti tra l'area est e l'area ovest del Comune con rispettivamente 3.910 e 6.566 individui. Per la valutazione dei servizi ecosistemici iTree Eco permette di utilizzare dati climatici e di qualità dell'aria validati da un ampio database di stazioni di rilevamento. Al momento la copertura per il nord-est della nostra penisola non è ancora molto estesa, e non sono disponibili o utilizzabili dati specifici per il Comune di Lignano Sabbiadoro. In questo studio sono stati utilizzati dati riferiti all'anno 2021 e alla stazione meteo di Venezia Tessera (NCIE ID: 161050-99999) che, nonostante non sia la stazione più vicina all'area di studio disponibile nel database, è stata ritenuta la più rappresentativa delle condizioni climatiche del territorio di Lignano Sabbiadoro.

Stima dei servizi ecosistemici del popolamento arboreo complessivo

Per gli alberi non pubblici non è disponibile un catasto, né esistevano le condizioni per realizzarne uno in tempi compatibili; è stato necessario quindi costruire degli

elenchi di alberi basati su stime e valutazioni statistiche, da poter utilizzare nel modello.

Per individuare la consistenza numerica del popolamento arboreo si è fatto riferimento alla stima della copertura, accettando l'ipotesi che la composizione e la struttura del popolamento arboreo complessivo non siano eccessivamente diverse da quello pubblico. Si è infatti considerato che lo sviluppo dei popolamenti, pubblico e privato, è avvenuto in buona misura in modo sincrono, e con criteri non dissimili nella scelta delle specie, peraltro incentrata in particolare sull'utilizzo di poche specie del genere *Pinus*.

Con una semplice proporzione, considerando che la copertura arborea pubblica rappresenta circa il 7,7% della copertura totale, si ipotizza che il popolamento arboreo complessivo del Comune possa essere costituito da circa 130.000 alberi. Per poterne stimare i servizi ecosistemici si è dunque costruito, su questa base, un nuovo dataset mantenendo caratteristiche analoghe per composizione e struttura a quelle del popolamento pubblico censito. La presenza abbondante di poche specie caratterizzanti e la struttura abbastanza omogenea, in particolare delle aree a pineta, consente di ritenere questo metodo di stima sufficientemente attendibile.



Figura 05.06. I pini sul Lungomare Riccardo Riva a Riveria. [AC]



Figura 05.07. Gli alberi nel Parco Hemingway. [AC]

Risultati

I dati relativi ai servizi ecosistemici stimati con iTree Eco sono esposti, per gli alberi pubblici, sia come dato complessivo, che come dato parziale, per zona geografica (est e ovest) e per tipologia di popolamenti (strade, parchi) nella tabella in figura 05.08 e nei grafici successivi (figg. 05.09 e 05.10). È inoltre riportato il dato relativo alla stima sul popolamento arboreo totale del Comune (alberi pubblici e privati).

L'elevata copertura arborea del Comune di Lignano Sabbiadoro si riflette sui servizi ecosistemici, in particolare sullo stoccaggio e sequestro del carbonio, che appaiono particolarmente rilevanti, rispetto ad altri comuni del nord-est. Il contributo del verde pubblico si attesta un po' sotto al 10% del totale, in linea con quanto in generale avviene in molti altri comuni. Per meglio comprendere le dimensioni degli effetti degli alberi urbani di Lignano Sabbiadoro sul ciclo del carbonio può tornare utile un confronto con le emissioni. In particolare, considerando le emissioni medie annue di un autoveicolo, pari a 1.500 kg di CO₂⁰¹, il popolamento pubblico del Comune, ha accumulato negli anni una quantità di carbonio pari a quella emessa annualmente da circa 5.500 autoveicoli. La quantità di carbonio sequestrata annualmente dagli stessi alberi è pari a quella emessa nello stesso periodo da 250 autoveicoli. Considerando l'intero patrimonio arboreo pubblico e privato il numero di autoveicoli sale a 65.000 e 3.000 rispettivamente.

Nelle tabelle e figure in questa pagina vengono riportati i dati relativi ad altri importanti servizi ecosistemici di tipo ambientale: l'intercettazione delle acque di pioggia che permette di ridurre i deflussi superficiali, e gli effetti sulla qualità dell'aria, per assorbimento degli inquinanti gassosi ed intercettazione e deposizione del particolato. Nelle tabelle e grafici in figure da 05.11 a 05.15 vengono riportati i dati relativi ad altri importanti servizi ecosistemici di tipo ambientale. L'intercettazione delle acque di pioggia che permette di ridurre i deflussi superficiali (figg. 05.11 e 15.12), e gli effetti sulla qualità dell'aria, per assorbimento degli inquinanti gassosi ed intercettazione e deposizione del particolato (figg. 05.13, 05.14 e 05.15).

01. Nel calcolo si considera un autoveicolo con emissioni medie di 100 g di CO₂ per km con una percorrenza di 15.000 km/anno.

Popolamento	STOCCAGGIO DI CARBONIO (kg)		SEQUESTRO DI CARBONIO (kg/anno)	
	totale	/ha	totale	/ha
Lignano Sabbiadoro totale censiti*	2.316.000	1.456,31	100.380	63,12
Lignano Sabbiadoro zona est**	1.288.000	2.810,25	48.240	105,25
Lignano Sabbiadoro zona ovest**	1.232.000	1.088,34	55.920	49,40
Lignano Sabbiadoro parchi	1.097.000	689,80	46.740	29,39
Lignano Sabbiadoro stradali	1.219.000	766,51	53.640	33,73
Lignano Sabbiadoro stima totale	26.700.000	16.789,05	1.202.000	755,82

Figura 05.08. Stima delle quantità di carbonio accumulate (kg) e sequestrate annualmente (kg/anno) dai popolamenti arborei del Comune di Lignano Sabbiadoro. I dati per ettaro (ha) sono riferiti alla superficie del territorio comunale (*) o alle superfici delle sottozone est e ovest (**). [Gruppo lavoro SE]

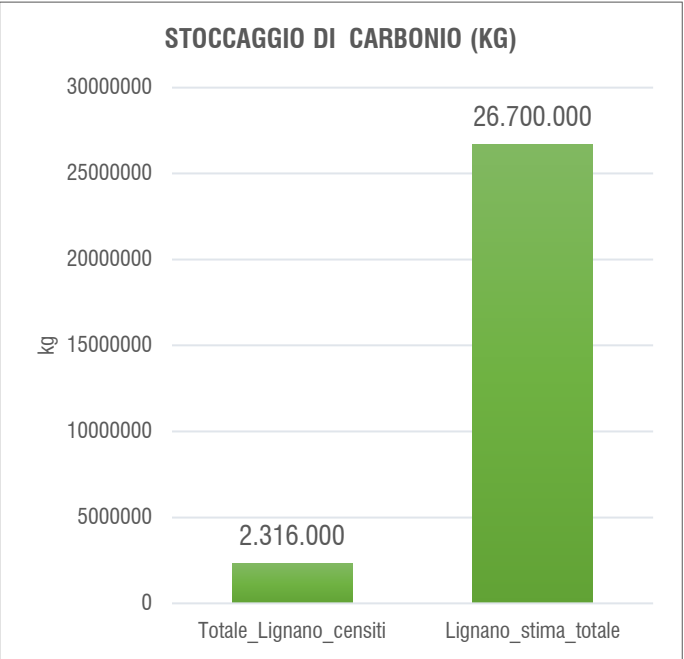


Figura 05.09. Quantità di carbonio stoccata negli alberi di proprietà pubblica e nell'intero popolamento urbano del Comune di Lignano Sabbiadoro. [Gruppo lavoro SE]

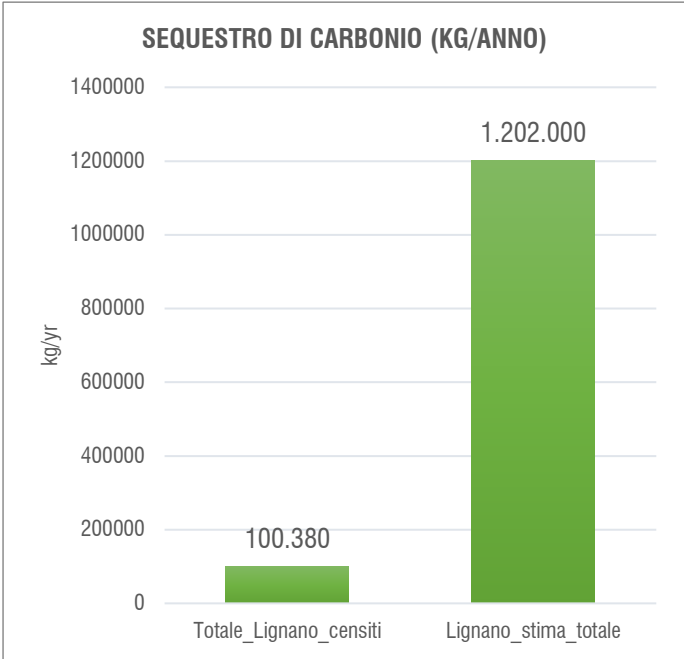


Figura 05.10. Quantità di carbonio sequestrata annualmente negli alberi di proprietà pubblica e nell'intero popolamento urbano del Comune di Lignano Sabbiadoro. [Gruppo lavoro SE]

Popolamento	RUSCELLAMENTO EVITATO (m³/anno)	
	totale	/ha
Lignano Sabbiadoro totale censiti*	3.982	2,50
Lignano Sabbiadoro zona est**	2.332	5,09
Lignano Sabbiadoro zona ovest**	2.755	2,43
Lignano Sabbiadoro parchi	2.050	1,29
Lignano Sabbiadoro stradali	1.932	1,21
Lignano Sabbiadoro stima totale	51.400	32,32

Figura 05.11. Stima del ruscellamento evitato in mc/anno da parte dei popolamenti arborei del Comune di Lignano Sabbiadoro. [Gruppo lavoro SE]

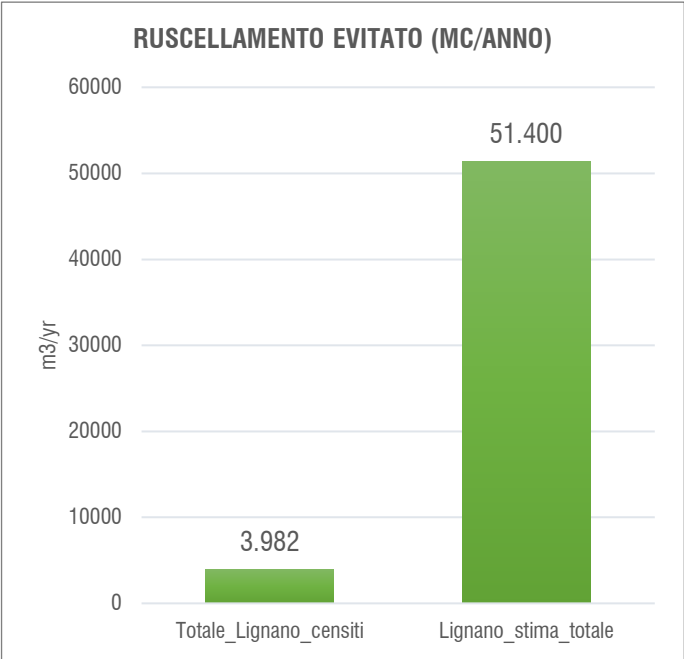


Figura 05.12. Quantità di deflussi di acque meteoriche in m³ mitigati dagli alberi di proprietà pubblica e dell'intero popolamento urbano del Comune di Lignano Sabbiadoro. [Gruppo lavoro SE]

Popolamento	RIMOZIONE ANNUALE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI (kg/anno)							
	CO	/ha	NO2	/ha	O3	/ha	SO2	/ha
Lignano Sabbiadoro totale censiti*	53,95	0,03	702	0,44	2.325,85	1,46	113,42	0,07
Lignano Sabbiadoro zona est**	25,23	0,06	326,7	0,71	1.098,34	2,40	53,14	0,12
Lignano Sabbiadoro zona ovest**	30,59	0,03	396,7	0,35	1.305,23	1,15	63,93	0,06
Lignano Sabbiadoro parchi	26,86	0,02	362	0,23	1.169,74	0,74	57,61	0,04
Lignano Sabbiadoro stradali	27,09	0,02	340	0,21	1.156,11	0,73	55,81	0,04
Lignano Sabbiadoro stima totale	666,85	0,42	9.055	5,69	29.221,72	18,37	1439,1	0,90

Figura 05.13. Stima delle quantità di inquinanti atmosferici intercettati dai popolamenti arborei del Comune di Lignano Sabbiadoro (kg/anno). [Gruppo lavoro SE]

Popolamento	RIMOZIONE ANNUALE DELLE POLVERI SOTTILI (kg/anno)			
	PM10	/ha	PM2.5	/ha
Lignano Sabbiadoro totale censiti*	652,52	0,41	119,4	0,08
Lignano Sabbiadoro zona est**	302,39	0,66	57,65	0,13
Lignano Sabbiadoro zona ovest**	367,78	0,32	64,81	0,06
Lignano Sabbiadoro parchi	343,54	0,22	60,76	0,04
Lignano Sabbiadoro stradali	308,98	0,19	58,62	0,04
Lignano Sabbiadoro stima totale	8631,46	5,43	1529	0,96

Figura 05.14. Stima delle quantità di inquinanti atmosferici intercettati dai popolamenti arborei del Comune di Lignano Sabbiadoro (kg/anno). [Gruppo lavoro SE]

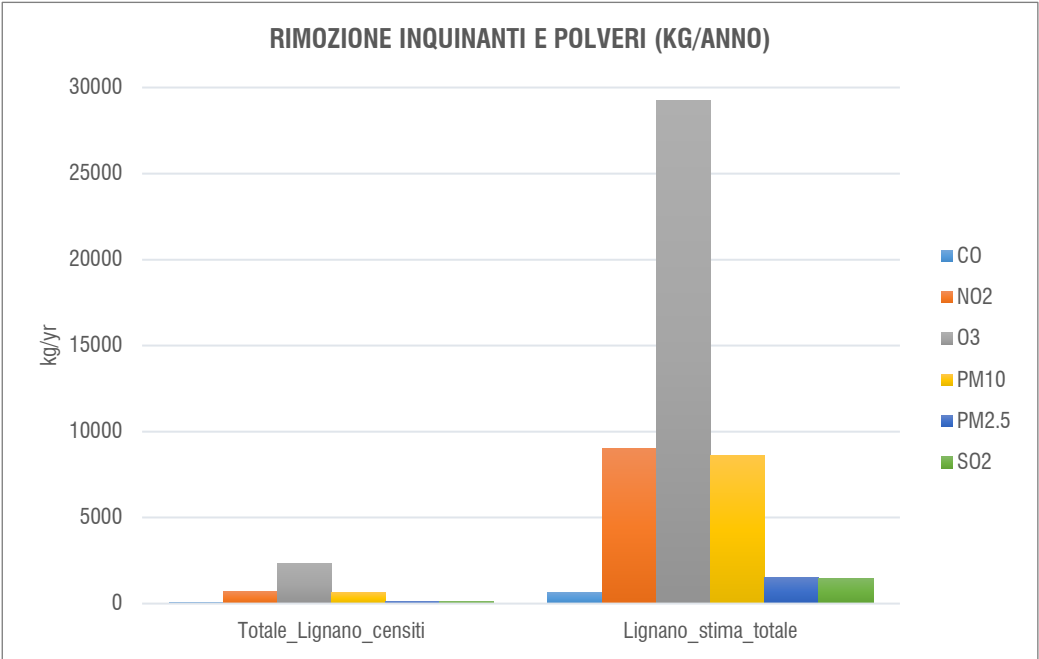


Figura 05.15. Quantità di inquinanti gassosi e polveri in kg intercettati dagli alberi di proprietà pubblica e dall'intero popolamento urbano del Comune di Lignano Sabbiadoro. [Gruppo lavoro SE]

Si è proceduto anche all’analisi della copertura e dei servizi ecosistemici del territorio più densamente urbanizzato, situato nella porzione orientale del Comune (fig. 05.16), escludendo quindi le vaste aree a pineta collocate immediatamente ad ovest. L’analisi della copertura è stata condotta tenendo in considerazione l’intero popolamento arboreo, pubblico e privato, mentre per i servizi ecosistemici sono stati presi in considerazione solo gli alberi pubblici censiti.

La copertura complessiva è risultata pari a circa 51 ettari, ossia al 17,3% della superficie dell’area analizzata. Risulta evidente come, escludendo le aree a pineta, la copertura si riduca sensibilmente scendendo dal 30% a valori inferiori al 20%.

Anche per quanto riguarda i servizi ecosistemici forniti dal solo verde pubblico si nota una consistente diminuzione in valore assoluto ma un incremento nei valori riferiti ad un ettaro di superficie, rispetto alla suddivisione territoriale che include l’intera zona est del

Comune. La tabella in figura 05.17 mostra i valori di carbonio accumulato e di carbonio sequestrato annualmente dagli alberi pubblici censiti nell’area, sia in valore assoluto che riferiti ad un ettaro di superficie urbana. Il carbonio accumulato dagli alberi pubblici in quest’area del Comune è dunque pari a quello emesso in un anno da circa 2.500 autoveicoli. Quello sequestrato annualmente è pari alla quantità emessa nello stesso periodo da 16 autoveicoli.

La tabella in figura 05.18 mostra la quantità di ruscellamento superficiale evitato dalla presenza degli alberi di proprietà pubblica di questa frazione del territorio comunale. Il contributo degli alberi pubblici presenti in quest’area rispetto alla rimozione degli inquinanti è illustrato nella tabella in figura 05.19.



Figura 05.16. La divisione del territorio del Comune con evidenziata l’area maggiormente urbanizzata di Sabbiadoro. [Studio AC]

SABBIADORO			
CARBONIO ACCUMULATO (kg)		CARBONIO SEQUESTRATO (kg/anno)	
totale	/ha	totale	/ha
1.017.520	3.474,31	38.110	130,12

Figura 05.17. Stima delle quantità di carbonio accumulate (kg) e sequestrate annualmente (kg/anno) dal popolamento arboreo pubblico della zona di Sabbiadoro. [Gruppo lavoro SE]

SABBIADORO	
RUSCELLAMENTO EVITATO (m³/anno)	
totale	/ha
1.842	6,29

Figura 05.18. Stima delle quantità di ruscellamento superficiale (in m³) evitato dalla presenza degli alberi pubblici, in valore assoluto e per ettaro, della zona di Sabbiadoro. [Gruppo lavoro SE]

SABBIADORO											
RIMOZIONE ANNUALE DEGLI INQUINANTI (kg/anno)											
CO	/ha	NO ₂	/ha	O ₃	/ha	PM ₁₀	/ha	PM _{2.5}	/ha	SO ₂	/ha
20	0,07	258	0,88	868	2,96	239	0,82	46	0,16	42	0,14

Figura 05.19. Stima delle quantità di inquinanti rimossi dal popolamento arboreo pubblico della zona di Sabbiadoro. [Gruppo lavoro SE]

ALTRI SERVIZI ECOSISTEMICI

Per quanto consistenti, i servizi ecosistemici che è possibile stimare con iTree costituiscono solo una parte dei benefici derivanti dalla presenza dei popolamenti arborei urbani del Comune. Questa considerazione è particolarmente rilevante in un Comune a vocazione turistica come Lignano Sabbiadoro, dove gli alberi sono anche una importantissima componente del paesaggio, in grado di influire in modo essenziale sulla percezione dei luoghi da parte dei visitatori. Il patrimonio arboreo è inoltre in grado, attraverso l’ombreggiamento e l’evapotraspirazione di mitigare le temperature estive creando condizioni di maggior confort climatico per abitanti e turisti. Anche se in una località costiera gli effetti dell’isola di calore sono meno rilevanti rispetto alle località dell’entroterra, l’azione mitigatrice della vegetazione arborea è di importanza fondamentale anche in previsione di un futuro innalzamento degli estremi termici. Il mantenimento nel medio e lungo periodo di una copertura arborea complessiva superiore al 30% della superficie urbana deve rimanere un obiettivo centrale nella pianificazione e gestione del verde del Comune.

L’elevata abbondanza di pini nel popolamento arboreo, che, come verrà evidenziato in seguito, può essere causa di disservizi, rappresenta certamente un elemento caratterizzante del paesaggio di Lignano. La presenza dei pini mediterranei (*Pinus pinaster* Aiton), in particolare, ma una certa misura anche del pino nero (*Pinus nigra* J.F.Arnold), è in qualche modo divenuto uno stereotipo per le località turistiche balneari, soprattutto per i turisti del centro e nord Europa, e costituisce certamente un elemento di forte attrazione. Allo stesso tempo una corretta gestione dei popolamenti arborei del Comune richiederebbe un incremento della diversità delle specie presenti, con un aumento del contingente di latifoglie a foglia caduca. Nel paragrafo successivo verranno fatte alcune considerazioni su questo tema.

Disservizi degli alberi urbani

Nel valutare il ruolo che i popolamenti arborei assumono in un contesto urbano e gli effetti positivi che essi hanno sul benessere e la salute dei cittadini, non possono essere trascurate alcune considerazioni anche sui possibili loro effetti negativi. Alcuni sono una conseguenza del conflitto della stessa presenza degli alberi con strutture ed infrastrutture, non banali da gestire in un contesto urbanizzato. Spazio insufficiente per lo sviluppo delle chiome, o, ancor più spesso condizioni

inadeguate per un normale sviluppo degli apparati radicali, con conseguenti problemi ai sottoservizi e alle pavimentazioni di marciapiedi e strade sono situazioni assai diffuse nelle aree urbane. Queste situazioni, che sono spesso conseguenza di una non opportuna scelta delle specie da mettere a dimora, o da criteri di piantagione e gestione inappropriati, sono causa di un incremento nei costi di gestione, ma soprattutto possono costituire un fattore di rischio per l’incolumità pubblica. L’elevata presenza di pini, in particolare utilizzati come alberate stradali è sicuramente un elemento da considerare nella futura gestione della “foresta urbana” di Lignano Sabbiadoro. Vanno in primo luogo distinti i danni dovuti al sollevamento di pavimentazioni stradali e marciapiedi, sottoservizi e strutture, dai possibili rischi di cedimento e/o schianto degli stessi alberi. Il primo tipo di problematica è assai difficile da affrontare sugli alberi esistenti, ma dovrebbe essere attentamente considerata nei nuovi impianti, con una adeguata preparazione dei substrati (suoli strutturali terra/pietre, o pavimentazioni sospese). Nel caso di alberate esistenti va assolutamente evitato qualunque intervento che possa danneggiare gli apparati radicali, e l’unica soluzione praticabile è quella di alzare il piano di campagna al di sopra delle radici emergenti. Per quanto riguarda il rischio di cedimento, va ricordato che i pini, se non hanno subito danni agli apparati radicali, sono piante molto ben ancorate al substrato e non hanno una maggiore

propensione a cedimento strutturale rispetto ad altre specie. Considerate le loro dimensioni, in alcune casi molto ragguardevoli, e la loro posizione nel contesto urbano (potenziali bersagli), è tuttavia indispensabile un periodico monitoraggio.

Un altro disservizio caratteristico dei popolamenti urbani è legato agli effetti negativi che, in particolare talune specie, possono avere sulla qualità dell’aria. Tra questi il principale è la produzione più o meno abbondante di pollini allergenici, ma non trascurabile è anche l’emissione di composti organici volatili di origine biologica (BVOC), che possono influire sulle concentrazioni di ozono, soprattutto in presenza di temperature dell’aria elevate.

Per quanto riguarda i problemi legati all’emissione di polline, va considerato che le specie più diffuse nel popolamento appartenenti al genere *Pinus*, hanno un’allergenicità relativamente bassa, in particolare in virtù delle caratteristiche dei granuli pollinici, più grandi e pesanti rispetto ad altre specie e quindi meno propensi a rimanere sospesi nell’aria. Diverse sono le considerazioni relative ai BVOC. A parità di condizioni climatiche le emissioni di queste sostanze sono una funzione della specie e dell’area fogliare. Nelle tabelle in questa pagina (figg. da 05.20 a 05.23) sono indicate le emissioni di BVOC delle specie prevalenti nei popolamenti arborei del Comune di Lignano Sabbiadoro. Per favorire un confronto tra le specie viene riportato anche un valore

unitario, riferito ad un ettaro di copertura arborea. Appare evidente come i lecci (*Quercus ilex* L.) siano le specie che manifestano le emissioni di gran lunga unitarie più elevate, seguite dai pini, mentre le latifoglie e foglia caduca rilasciano quantità più limitate. Le differenze esistenti nella stessa specie tra diversi popolamenti, a parità di copertura, sono legate alla struttura dei popolamenti che si riflette sull’area fogliare per ettaro di copertura.

Per quanto riguarda il popolamento di Lignano le specie del genere *Pinus*, pur essendo emettitori di media intensità, data la loro abbondanza e la copertura e area fogliare elevata, sono le specie che maggiormente contribuiscono alle emissioni di queste sostanze. Nel rinnovo dei popolamenti arborei del Comune sarà opportuno tenere presente anche questo disservizio, considerando che i previsti aumenti nelle temperature estive determineranno maggiori emissioni di BVOC. La scelta delle specie in futuri impianti dovrà considerare molti fattori, paesaggistici, ambientali e gestionali. Ove compatibile, tuttavia, al fine di limitare le emissioni di BVOC, sarebbe opportuno l’utilizzo di latifoglie caducifoglie, quali per esempio l’orniello (*Fraxinus ornus* L.), l’acero campestre (*Acer campestre* L.), l’olmo (*Ulmus pumila* L.) e il tiglio, che sono bassi emettitori di queste sostanze.

LIGNANO SABBIAADORO – ALBERI NEI PARCHI			
specie	VOC (kg/anno)	Copertura arborea specie (ha)	VOC/ha (kg/anno)
<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold	1.034,10	15,88	65,12
<i>Pinus pinea</i> L.	120,00	1,89	63,49
<i>Acer spp.</i>	0,50	0,02	25,00
<i>Fraxinus spp.</i>	0,00	0,02	0,00

Figura 05.20. Emissioni di BVOC delle specie prevalenti nei parchi. [Gruppo lavoro SE]

LIGNANO SABBIAADORO – ALBERI STRADALI			
specie	VOC (kg/anno)	Copertura arborea specie (ha)	VOC/ha (kg/anno)
<i>Pinus pinea</i> L.	607,30	6,78	89,57
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	95,50	1,38	69,20
<i>Quercus ilex</i> L.	282,70	2,43	116,34
<i>Platanus occidentalis</i> L.	72,20	1,43	50,49

Figura 05.21. Emissioni di BVOC delle specie prevalenti nelle alberate stradali. [Gruppo lavoro SE]

LIGNANO SABBIAADORO EST			
specie	VOC (kg/anno)	Copertura arborea specie (ha)	VOC/ha (kg/anno)
<i>Pinus pinea</i> L.	380,00	5,74	66,20
<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold	215,20	2,8	76,86
<i>Quercus ilex</i> L.	429,20	1,37	313,28
<i>Platanus occidentalis</i> L.	42,10	0,93	45,27

Figura 05.22. Emissioni di BVOC delle specie prevalenti nella zona est del Comune di Lignano Sabbiadoro. [Gruppo lavoro SE]

LIGNANO SABBIAADORO OVEST			
specie	VOC (kg/anno)	Copertura arborea specie (ha)	VOC/ha (kg/anno)
<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold	902,6	13,41	67,31
<i>Pinus pinea</i> L.	218,7	3,55	61,61
<i>Quercus ilex</i> L.	382,0	1,14	335,09
<i>Acer campestre</i> L.	4,8	0,56	8,57

Figura 05.23. Emissioni di BVOC delle specie prevalenti nella zona ovest del Comune di Lignano Sabbiadoro. [Gruppo lavoro SE]

