

Modello di stima dell'assorbimento di CO₂



Versione 1 – marzo 2023 – Prodotto da WOWnature®

Indice

<i>Contesto e obiettivo del modello</i>	3
<i>Assunzioni e limitazioni</i>	5
<i>Metodologia</i>	7
Ricerca bibliografica e scientifica	7
Creazione del database	7
Calcolo dell'assorbimento di CO₂	8
<i>Bibliografia e riferimenti</i>	9

Contesto e obiettivo del modello

Come società umana, ci troviamo oggi a dover fronteggiare una crisi ecologica e sociale senza precedenti. L'eccessiva pressione esercitata sulle risorse naturali e sulla capacità della biosfera di assimilare scarti e sottoprodotti delle attività umane rischia di compromettere – e in parte ha già iniziato a compromettere – le fondamenta stesse del benessere umano.

Uno dei problemi più urgenti da affrontare è rappresentato dal riscaldamento globale. Con questo termine si fa riferimento al mutamento del clima terrestre – causato dalle attività umane, in particolare dall'emissione in atmosfera di crescenti quantità di gas serra (con conseguente aumento dell'effetto serra) – sviluppatosi dagli inizi del ventesimo secolo e tuttora in corso. Poiché, come sottolineato dal Segretario Generale delle Nazioni Unite António Guterres, questo mutamento del clima terrestre rappresenta una minaccia esistenziale per l'umanità, molti scienziati e molte organizzazioni del settore, così come i più importanti media a livello globale, stanno adattando la terminologia utilizzata per descrivere la situazione nella quale ci troviamo, preferendo utilizzare termini come “crisi” o “emergenza” climatica¹.

Fortunatamente, la consapevolezza della situazione sembra essere in aumento e, con essa, il numero di persone, organizzazioni e istituzioni che cercano di prendere le quanto mai necessarie e urgenti contromisure. Tra le cose che si possono e si devono fare per affrontare il problema (come, ad esempio, la transizione a fonti di energia rinnovabili, l'efficientamento energetico, l'adozione di modalità di trasporto a basse emissioni, la riduzione dei consumi di prodotti alimentari di origine animale in favore di prodotti di origine vegetale, ecc.), rientra la possibilità di contribuire alla crescita di nuovi alberi. Gli alberi, infatti, hanno la peculiare capacità, attraverso la fotosintesi, di sottrarre anidride carbonica (CO₂, uno dei principali gas serra) dall'atmosfera, rilasciando al suo posto ossigeno (O₂) e “stoccando” al proprio interno il carbonio (C).

Questa nota capacità di alberi e foreste è diventata, quindi, una delle motivazioni principali che spingono persone, organizzazioni e istituzioni a contribuire a progetti di riforestazione o impianto di alberi con WOWnature. Tra coloro i quali decidono di contribuire a questo tipo di progetti, una parte significativa si è dimostrata interessata a capire *quanto* i loro alberi possono contribuire alla mitigazione della crisi climatica. In altre parole, la domanda che spesso ci è stata posta è la seguente: “quanta CO₂ assorbe un albero?” o, in altri casi, “quanta CO₂ assorbirà l'albero che ho adottato?”.

La risposta corretta a questa domanda è: “dipende”. L'assorbimento di CO₂ operato dal singolo albero, infatti, dipende da tantissimi fattori e dalla loro relazione: la specie, la localizzazione e il relativo clima, la fertilità del suolo e in generale le condizioni edafiche (condizioni fisiche e chimiche del terreno), lo stato fitosanitario dell'individuo (ossia la condizione della pianta rispetto alle patologie di origine parassitaria o di altra origine), la presenza di disturbi o stress ambientali (come, ad esempio, prolungate siccità), ecc.

¹ Si veda ad esempio: <https://www.theguardian.com/environment/2019/may/17/why-the-guardian-is-changing-the-language-it-uses-about-the-environment>

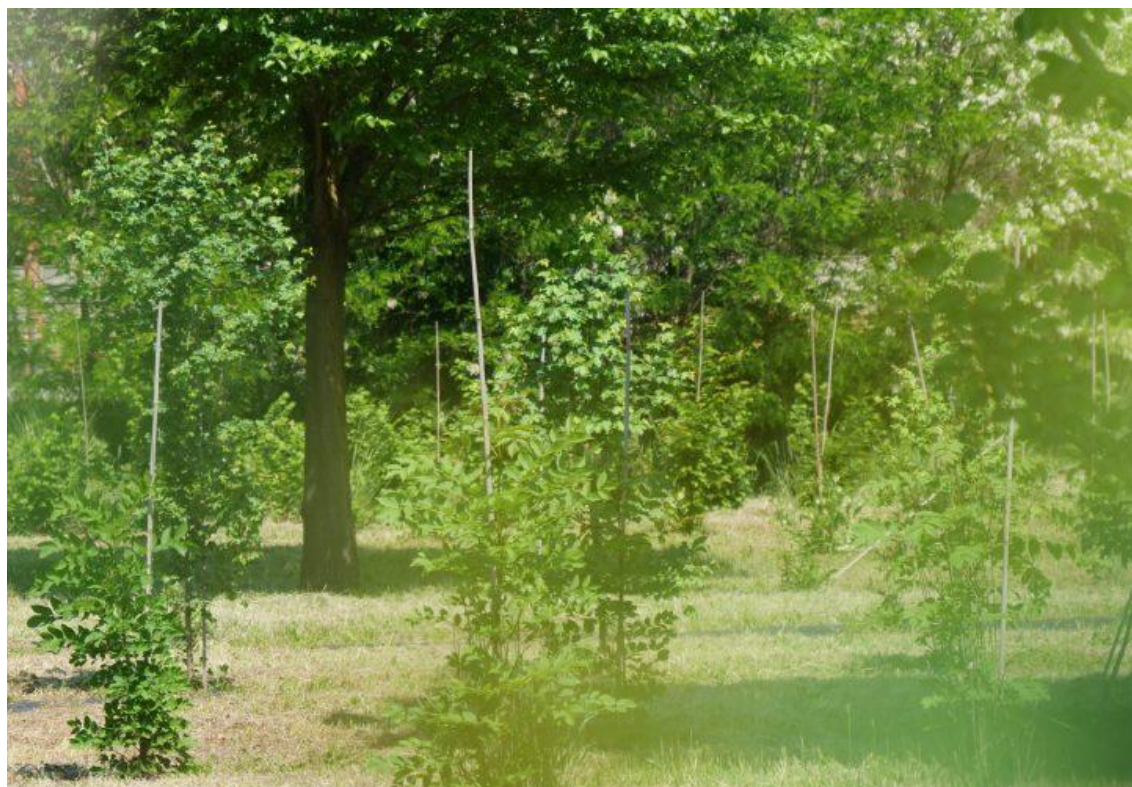
Partendo da questo presupposto e prestando la dovuta attenzione a quanto riportato nella sezione “Assunzioni e limitazioni” del presente documento, si è voluto comunque fornire un valore indicativo di riferimento per ognuna delle specie disponibili su WOWnature per poter rispondere alle richieste di informazioni sopra riportate. Questo documento intende fornire, in modo trasparente e sottolineando le assunzioni alla base del modello applicato e le sue limitazioni, una spiegazione dei calcoli effettuati e dei risultati ottenuti.



Assunzioni e limitazioni

Per rispondere alle domande di persone, organizzazioni e istituzioni impegnate in progetti di riforestazione e impianto di alberi con WOWnature, che frequentemente chiedono “quanta CO₂ assorbe un albero?” o, ancor più in particolare, “quanta CO₂ assorbirà l'albero che ho adottato?”, è stato sviluppato un modello di stima ex ante dell'assorbimento medio annuale di CO₂, operato da parte delle specie disponibili nei [progetti di riforestazione e impianto di nuovi alberi su WOWnature](#), nell'arco dei primi dieci anni di vita della pianta.

Prima ancora di passare alle assunzioni, limitazioni e specificazioni del modello, riteniamo importante sottolineare un concetto ben espresso dal celebre aforisma “*all models are wrong, but some are useful*” (“tutti i modelli sono sbagliati, ma alcuni sono utili”) attribuito a George Box: qualsiasi modello semplifica e riduce la complessità della realtà ed ha, perciò, un certo grado di inesattezza. Tuttavia, nonostante questo, alcuni modelli possono essere utili. Ed è questo il caso del modello qui proposto, che cerca di lavorare partendo dalle migliori informazioni disponibili e con strumenti adeguati all'obiettivo per fornire una risposta alle domande di cui sopra pur sapendo che questa risposta è una semplificazione della realtà e, in quanto tale, in una certa misura sicuramente inesatta.



Tutto ciò premesso, si premettono le seguenti assunzioni, limitazioni e specificazioni:

- L'assorbimento di CO₂ operato dal singolo albero dipende da tantissimi fattori e dalla loro relazione (si veda la sezione "Contesto e obiettivi del modello" del presente documento). Il valore fornito, risultante dall'applicazione del modello di stima, è quindi un valore indicativo di riferimento per ciascuna specie. Questo implica che:
 - l'assorbimento reale della singola pianta potrebbe, nella realtà dei fatti, differire dal valore stimato; e
 - il valore stimato non è adatto all'uso per finalità compensative o di rendicontazione, per tali finalità è necessario fare riferimento a valori ex post verificati con appositi standard di parte terza nel rispetto delle migliori pratiche
- Il valore di assorbimento medio annuale di CO₂, proprio in quanto valore medio, non riflette le diverse velocità di assorbimento che potrebbero esserci nel periodo di tempo considerato (ad esempio: un minore assorbimento nei primi cinque anni e un maggiore assorbimento nei successivi cinque anni)
- Il valore di assorbimento medio annuale di CO₂ è stato calcolato su un arco temporale di dieci anni. Questa scelta è motivata dal fatto che la maggior parte degli alberi piantati nel contesto dei progetti di WOWnature sono parte di progetti di riforestazione nei quali, approssimativamente ma verosimilmente, a partire dal decimo anno potrebbero innescarsi dinamiche naturali (ad esempio, la selezione naturale e l'autodiradamento interspecifico e/o intraspecifico, la rinnovazione naturale, ecc.) o gestionali tali per cui è più adeguato cominciare a ragionare in termini di assorbimento di CO₂ operato dalla foresta piuttosto che dal singolo albero
- Come specificato più dettagliatamente nella sezione "Metodologia", la stima dell'assorbimento di CO₂ è basata in primis sulle variabili specie, diametro medio dell'individuo misurato a petto d'uomo (1,30m) e localizzazione geografica ed è stata condotta facendo uso di alcuni pacchetti di calcolo per il software R (che, a sua volta, prende in considerazione le altre variabili e parametri rilevanti come il root-to-shoot ratio, carbon fraction, ecc.).

Metodologia

La metodologia applicata si articola in tre diverse fasi:

1. Ricerca bibliografica e scientifica
2. Creazione del database delle specie oggetto di analisi
3. Calcolo dell'assorbimento di CO₂

Ricerca bibliografica e scientifica

La stima della CO₂ assorbita dalle specie presenti nei progetti WOWnature è stata preceduta da una fase di ricerca bibliografica di base con l'obiettivo di individuare lo stato dell'arte e la metodologia più appropriata per rispondere ai nostri scopi. Sono poi state ricercate fonti e riferimenti adeguati per reperire le informazioni e dati necessari alla costruzione del database propedeutico alla stima.

Creazione del database

È stato creato un database che include tutte le specie presenti nei [progetti di riforestazione e impianto di nuovi alberi su WOWnature](#). Le specie sono state suddivise a seconda della loro appartenenza ad ambienti temperati o tropicali: in questo modo il database risulta suddiviso in due subset, propedeutici all'applicazione dei due pacchetti R specifici per il calcolo della biomassa vegetale. Per ottenere una stima più appropriata al contesto geografico specifico nel quale i progetti sono sviluppati, il database è stato integrato con le coordinate geografiche (latitudine e longitudine) della localizzazione rappresentativa di ogni specie all'interno delle nostre aree WOWnature.

Successivamente, le specie sono state suddivise in tre classi rispetto alla velocità di accrescimento: rapido, medio e lento accrescimento. Questa assegnazione è stata derivata dall'atlante delle specie forestali europee [1] per quanto concerne le specie temperate, e da altre fonti rilevanti per quanto riguarda le specie di ambiente tropicale [2][3][4][5]. La suddivisione in classi di accrescimento è stata poi riportata alle tavole di cubatura del Centro per la ricerca in agricoltura e l'analisi per l'economia agraria (CREA) [6], che mettono in relazione diametro e altezza delle piante, sulla base delle quali sono stati calcolati diametri medi di riferimento per le tre classi di accrescimento. Sulla base di ciò, ad ognuna delle specie del database è stata quindi assegnata una misura di diametro medio (cm), misurato a petto d'uomo (1,30 m) come da prassi forestale. Sulla base di questi valori, abbiamo assunto una maggiorazione del diametro del 10% per le specie di ambiente tropicale in virtù delle diverse stagioni vegetative e periodi di accrescimento rispetto alle specie in ambienti temperati. Assunzione che è probabilmente conservativa guardando ai valori medi di accrescimento delle foreste nei diversi ambienti forniti da IPCC [7].

Calcolo dell'assorbimento di CO₂

Tutte le stime di assorbimento di CO₂ sono state derivate mediante il software di calcolo statistico R [8], facendo uso di due pacchetti specifici per il calcolo della biomassa in ambiente forestale: il pacchetto "allodb" [9] per il calcolo in ambiente temperato e il pacchetto "BIOMASS" per [10] il calcolo in ambiente tropicale. Questi pacchetti, sviluppati nel 2017 (BIOMASS) e nel 2021 (allodb), sono stati ritenuti adeguati perché permettono di ottenere una stima a livello di singolo albero (a differenza di altre fonti, come ad esempio pubblicazioni dell'IPCC, che lavorano a livello di ettaro di foresta), oltre ad essere solidi dal punto di vista scientifico.

Questi pacchetti permettono di stimare la biomassa nella sua componente epigea (fusto, rami, foglie) ed ipogea (apparato radicale), partendo dalla misura del diametro e dalle coordinate geografiche, ottenuti come spiegato nella sezione precedente ("Creazione del database"). In una prima fase è stata calcolata la biomassa epigea (*Aboveground biomass*, AGB). Successivamente, sulla base del *root-to-shoot ratio* (una misura che esprime il rapporto tra biomassa ipogea e biomassa epigea), è stata calcolata la biomassa ipogea (*Belowground biomass*, BGB). I valori utilizzati per il *root-to-shoot ratio* sono quelli forniti rispettivamente dalla FAO (per le specie di ambienti tropicali) e da IPCC (per le specie di ambienti temperati). La somma tra le due componenti (AGB + BGB) viene poi convertita in tonnellate di carbonio (tC), utilizzando il fattore della *carbon fraction*.

Questo risultato è poi trasformato in kg di CO₂ equivalente, moltiplicando per 44/12 (= 3,67).

Per quelle specie le cui stime di assorbimento di CO₂ erano risultate essere significativamente fuori scala, e che quindi abbiamo deciso di considerare come potenziali outlier, abbiamo optato per una stima più conservativa assumendo il valore di una specie simile (ad esempio, appartenente alla stessa famiglia o stesso genere).



Bibliografia e riferimenti

- [1] European Commission, Joint Research Centre, Houston Durrant T., De Rigo D., Mauri A., et al., European atlas of forest tree species, Houston Durrant T. (editor), De Rigo D. (editor), Mauri A. (editor), Caudullo G. (editor), San-Miguel-Ayanz J. (editor), Publications Office, 2016; <https://data.europa.eu/doi/10.2788/4251>
- [2] Lieberman D., Lieberman M., Hartshorn G., & Peralta R.. Growth Rates and Age-Size Relationships of Tropical Wet Forest Trees in Costa Rica, 1985. *Journal of Tropical Ecology*, 1(2), 97–109. <http://www.jstor.org/stable/2559333>
- [3] Mora E., Angulo H., Iezama A. Análisis de las tasas de crecimiento diametral por grupos funcionales de especies arbóreas en un bosque tropical semi-decídúo de Venezuela Analysis of diametrical growth rates for functional groups of trees in a Venezuelan semi-deciduous tropical forest, 2009. *Revista Forestal Venezolana*, 53(1), 23-31;
- [4] Cerre J.C., Gérard J., Guibal D., Paradis S. *Tropical Timber Atlas*; Édition Quae: Versailles Cedex, France, 2017;
- [5] Vieilledent G., Fischer F., Chave J., Guibal D., Langbour P., Jean Gérard J. New formula and conversion factor to compute basic wood density of tree species using a global wood technology database, 2018. *American journal of Botany*, 15(10), 1653-1661; <https://doi.org/10.1002/ajb2.1175>
- [6] Tabacchi G., Di Cosmo L., Gasparini P., Morelli S., 2011. Stima del volume e della fitomassa delle principali specie forestali italiane. Equazioni di previsione, tavole del volume e tavole della fitomassa arborea epigea. Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale. Trento. 412 pp.
- [7] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- [8] R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; URL <https://www.R-project.org/>
- [9] Gonzalez-Akre E. et al., allodb: An R package for biomass estimation at globally distributed extratropical forest plots, 2022. *Methods in Ecology and Evolution*, 13, 330-338;
- [10] Réjou-Méchain M., Tanguy A., Piponiot C., Chave J., Hérault B., BIOMASS: an R package for estimating above-ground biomass and its uncertainty in tropical forests, 2017. *Methods in Ecology and Evolution*, 8, 1163-1167.